Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/ernsthaeckelgeme0000vari

ERNST HAECKEL

GEMEINVERSTÄNDLICHE WERKE

BAND I

ERNST HAECKEL

GEMEINVERSTÄNDLICHE WERKE

HERAUSGEGEBEN

VON

HEINRICH SCHMIDT-JENA

ERSTER BAND

VERLEGT
BEI ALFRED KRÖNER VERLAG IN LEIPZIG
UND CARL HENSCHEL VERLAG IN BERLIN

ERNST HAECKEL

NATÜRLICHE SCHÖPFUNGSGESCHICHTE

ERSTER TEIL

MIT EINER AUTOBIOGRAPHISCHEN
SKIZZE ALS EINLEITUNG
UND EINEM BILDNIS
ERNST HAECKELS

VERLEGT
BEI ALFRED KRÖNER VERLAG IN LEIPZIG
UND CARL HENSCHEL VERLAG IN BERLIN

DAS PAPIER LIEFERTE ALWIN FRÖHLICH
DEN DRUCK BESORGTE G. KREYSING
DIE EINBÄNDE FERTIGTE H. FIKENTSCHER
SÄMTLICH IN LEIPZIG

Alle Rechte für diese Gesamtausgabe, insbesondere die der Übersetzung vorbehalten.

Copyright 1924 by Alfred Kröner Verlag, Leipzig
und Carl Henschel Verlag, Berlin.

INHALT DES ERSTEN BANDES

Seite
Biographie und Geleitwort VII
Natürliche Schöpfungsgeschichte. Erster Teil 1

Inhalt des ersten Teiles

Allgemeine Entwicklungslehre (Transformismus und Darwinismus)

Vorwort zur ersten Auflage 3
Vorwort zur neunten Auflage 6

ERSTER VORTRAG

Inhalt und Bedeutung der Abstammungslehre oder Deszendenztheorie 9

ZWEITER VORTRAG

Wissenschaftliche Berechtigung der Deszendenztheorie. Schöpfungsgeschichte nach Linné 32

DRITTER VORTRAG

Schöpfungsgeschichte nach Cuvier und Agassiz 55

VIERTER VORTRAG

Entwicklungstheorie nach Goethe und Oken 80

FÜNFTER VORTRAG

Entwicklungstheorie von Kant und Lamarck 107

SECHSTER VORTRAG

Entwicklungstheorie von Lyell und Darwin 131

SIEBENTER VORTRAG

Die Züchtungslehre oder Selektionstheorie. (Der Darwinismus) . . 155

ACHTER VORTRAG

Vererbung und Fortpflanzung 181

NEUNTER VORTRAG

Vererbungsgesetze und Vererbungstheorien 202

ZEHNTER VORTRAG Seite

Anpassung und Ernährung. Anpassungsgesetze 234

ELFTER VORTRAG

Die natürliche Züchtung durch den Kampf ums Dasein. Zellularselektion und Personalselektion 269

ZWÖLFTER VORTRAG

Arbeitsteilung und Formspaltung. Divergenz der Spezies. Fortbildung und Rückbildung 294

DREIZEHNTER VORTRAG

Keimesgeschichte und Stammesgeschichte 325

VIERZEHNTER VORTRAG

Wanderung und Verbreitung der Organismen. Die Chorologie und die Eiszeit der Erde 352

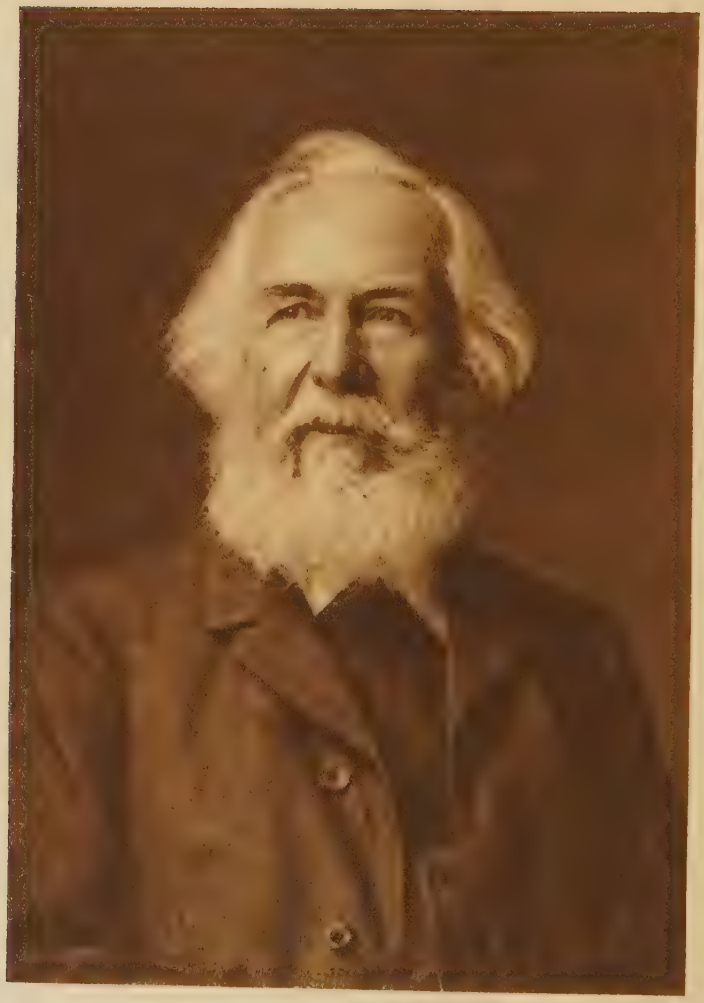
FÜNFZEHNTER VORTRAG

Entwicklung des Weltalls und der Erde. Urzeugung. Kohlenstofftheorie. Plastidentheorie 379

BIOGRAPHIE UND GELEITWORT

Die wahre Bildung besteht nicht in todtem Wissen und leerem Gedächtnissskram, sondern in lebendiger Entwickelung der Gemüther und Arbeitstheilhaftigkeit der Verstandes.

Jena. Ernst Haeckel.



Ernst Haeckel.

ERNST HAECKEL

EINE AUTOBIOGRAPHISCHE SKIZZE

*

Ernst Heinrich Haeckel wurde geboren am 16. Februar 1834 zu Potsdam, als zweiter Sohn des dortigen Regierungsrats Karl Haeckel und seiner Ehefrau Charlotte, geb. Sethe. Der Vater, der in den Freiheitskriegen 1813—1815 als Lützowscher Jäger, dann als Adjutant von Gneisenau den tätigsten Anteil nahm und 1871 in fast vollendetem neunzigsten Jahre zu Berlin starb, wurde im Jahre 1835 als Oberregierungsrat nach Merseburg versetzt, woselbst Ernst seine Jugend vom zweiten bis zum achtzehnten Jahre verlebte. Den ersten Unterricht erhielt er von seiner Mutter und von dem damaligen Privatlehrer Carl Gude (später in Magdeburg, Herausgeber der „Erläuterungen Deutscher Dichtungen" usw.). Dieser letztere machte ihn schon im achten Lebensjahre mit den Anfangsgründen der Botanik bekannt und förderte so den sehr frühzeitig bei dem Knaben sich äußernden lebhaften Hang zur Naturbetrachtung. Neun Jahre alt, wurde Ernst Haeckel Ostern 1843 in das Merseburger Gymnasium aufgenommen, welches er neun Jahre hindurch besuchte. Der naturwissenschaftliche Unterricht daselbst war ganz von der klassischen Philologie in den Hintergrund gedrängt. Um so mehr beschäftigte sich der Knabe in seinen Mußestunden mit Sammeln und Bestimmen der Pflanzen. Die Anlage und Ordnung eines möglichst vollständigen Herbariums wurde sein Hauptinteresse, und bald hatte er die Flora der Umgebung von Merseburg so

vollständig beisammen, daß er sich schon in der Prima des Gymnasiums mit der Idee trug, eine „Flora von Merseburg" herauszugeben. Alle verschiedenen künstlichen und natürlichen Systeme der Pflanzen, deren er habhaft werden konnte, wurden eifrigst durchstudiert und verglichen, und das Herbarium wurde bald nach diesem, bald nach jenem System neu geordnet. Bei diesen systematischen Spielereien stieß er schon damals auf die große Frage, welche später ein Hauptobjekt seiner Studien bildete, auf die mit der ganzen „Schöpfungsgeschichte" so innig zusammenhängende Frage vom Wesen und Begriff der organischen „Spezies", vom Unterschiede der „guten und schlechten Arten". Schon als zwölfjähriger Knabe wurde er von kritischen Zweifeln geplagt, was er mit den „schlechten Arten" der Brombeeren, Weiden, Rosen, Disteln usw. anfangen sollte; für diese von Goethe sogenannten „charakterlosen oder liederlichen Geschlechter" legte er sich ein besonderes, geheimes Herbarium an. Neben dem Herbarium wurde auch der Anfang mit einer Käfer- und Schmetterlingssammlung gemacht, aber bald wieder aufgegeben, weil der sehr weichherzige Knabe den Anblick der Todesqualen der Insekten nicht zu ertragen vermochte.

Seine Lieblingslektüre in den Mußestunden, welche ihm die botanischen Exkursionen und die Ordnung des Herbariums übrig ließen, waren Reisebeschreibungen und Naturgeschichten, deren schwarze Abbildungen er mit Leidenschaft kolorierte. Vor allen wirkten jedoch zwei Bücher auf ihn anregend und für das Studium bestimmend: Die „Ansichten der Natur" von Alexander von Humboldt, und „Die Pflanze und ihr Leben" von Schleiden. An beiden konnte er sich nicht satt lesen und wußte sie halb auswendig. Die Pflanzengeographie namentlich interessierte ihn über alles. Sein Lebenswunsch wurde, als Botaniker einige Jahre in den Urwäldern der Tropen zu reisen. Zu diesem Zwecke wollte er als Hauptfach Botanik und nebenbei Medizin studieren und

Ostern 1852, nachdem er die Abiturientenprüfung bestanden, in Jena unter Schleidens spezieller Leitung sein Studium beginnen. Schon war dort für ihn eine Wohnung gemietet, als eine starke, auf einer botanischen Exkursion zugezogene Erkältung ihn längere Zeit aufs Krankenlager warf und nötigte, sich zunächst unter die mütterliche Pflege nach Berlin zu begeben, wohin der Vater 1851 (nachdem er nach vollendetem 50jährigen Staatsdienste pensioniert war) sich begeben hatte. Mit der schmerzlichsten Resignation mußte der angehende Student das ersehnte Jena aufgeben, welches er erst acht Jahre später als angehender Privatdozent betreten sollte. Sein erstes akademisches Semester (den Sommer 1852) brachte er nun in Berlin zu.

Ostern 1852 in Berlin immatrikuliert, hörte er zunächst dort die naturwissenschaftlichen Hauptfächer. Am meisten fesselte ihn natürlich seine alte Freundin, die Botanik, vorzüglich die Vorlesungen von Alexander Braun. Jedoch ging er schon im Herbst 1852, um aus dem Elternhause hinaus und gründlich in das Studium der menschlichen Anatomie hineinzukommen, nach Würzburg, wo er drei Semester hindurch den Unterricht von Kölliker, Leydig und Heinrich Müller genoß, und nicht allein mit der menschlichen Anatomie, Physiologie und Entwicklungsgeschichte, sondern auch mit den Elementen der vergleichenden Anatomie und Histologie bekannt wurde. Diese letztere begann sofort ihn so mächtig zu fesseln, daß darüber zum ersten Male die alte Jugendliebe zur Scientia amabilis erkaltete. Zwar setzte er seine botanischen Studien noch unter Schenks Leitung fort und beschäftigte sich namentlich sehr eingehend mit Moosen und Algen. Aber Ostern 1854 ging er nach Berlin zurück, um die berühmten Vorlesungen von Johannes Müller über vergleichende Anatomie und Physiologie zu hören. Diese klassischen Vorträge erfüllten ihn mit dem höchsten Enthusiasmus und wurden für die Wahl seines späteren Fachstudiums entscheidend. Keine anderen akademischen Vor-

lesungen haben ihm ein so intensives Interesse abgewonnen.

Die eifrigen Privatstudien auf dem Berliner vergleichend-anatomischen Museum brachten ihn bald mit Johannes Müller in näheren persönlichen Verkehr, und in den folgenden Herbstferien gestattete der große Lehrer dem begeisterten Schüler, ihn auf einer Exkursion nach Helgoland zu begleiten und dort mit ihm einen Monat hindurch täglich dem Fange und der Beobachtung niederer Seetiere und ihrer Jugendformen obzuliegen, jener wunderbaren Organismen, für welche Müller seinen Schülern das höchste Interesse einzuflößen wußte. Diese erste zoologische Reise an den Meeresstrand gab die Anregung zu vielen folgenden, größeren Reisen, und das Studium der niederen Seetiere und ihrer Entwicklung blieb von jetzt an der Gegenstand seiner Spezialforschungen; die botanischen Studien, obwohl noch jahrelang fortgesetzt, traten jetzt entschieden in den Hintergrund. Eine in Helgoland gemachte Beobachtung über eine sonderbare, bis dahin unbekannte Struktur der Eihaut bei einem Fisch, der Belone, wurde die Veranlassung zu Haeckels erster literarischer Arbeit, einem Aufsatz „Über die Eier der Scomberesoces", welcher 1855 in Müllers „Archiv für Anatomie und Physiologie" veröffentlicht wurde.

Ostern 1855 kehrte Haeckel nach Würzburg zurück und blieb dort abermals drei Semester, diesmal vorzugsweise dem Studium der theoretischen und praktischen Medizin sich widmend. Zu der letzteren fühlte er sich niemals besonders hingezogen, jedoch bestimmten ihn zwei Gründe, den Kursus der praktischen Medizin vollständig durchzumachen: erstens glaubte er, auf den beabsichtigten größeren Reisen der ärztlichen Kenntnisse schwer entbehren zu können, und zweitens behielt er die Möglichkeit im Auge, sich nachher als ausübender Arzt seinen Lebensunterhalt erwerben zu müssen, falls die in spätere Aussicht genommene akademische Laufbahn ihm diesen nicht gewähren würde. Übrigens hat er später oft ge-

standen, daß die vollständige Absolvierung des praktisch-medizinischen Kursus auch für seine theoretische Ausbildung, insbesondere für die Entwicklung seiner monistischen Lebensanschauungen, sehr einflußreich geworden sei. Die Kliniken, welche er in Würzburg besuchte, und die ersten Versuche eigener praktischer Tätigkeit in der dortigen Poliklinik fesselten ihn nicht in dem Grade, wie es gewöhnlich bei angehenden Ärzten der Fall ist. Um so mehr fühlte er sich zu dem theoretischen Unterricht von Rudolph Virchow hingezogen, dessen pathologisch-anatomische Wirksamkeit damals, in den letzten Jahren seines Würzburger Aufenthalts, die volle Blüte erreicht hatte und der ganzen theoretischen Medizin eine neue Wendung gab. Die Vorträge des berühmten Meisters über allgemeine Pathologie und pathologische Anatomie, sein praktischer Unterricht in der pathologischen Anatomie und Histologie, vor allen aber seine „Zellularpathologie" und die darauf gegründete, ebenso einfache als großartige „mechanische" Auffassung der Lebensvorgänge, erregten Haeckels größtes Interesse. Der alte berühmte Satz „Pathologia Physiologiam illustrat" schien ihm in der Zellularpathologie eine neue glänzende Anwendung zu finden, und in dem intensivsten Studium der kranken Zelle glaubte er mit Recht erst das volle Verständnis vom Wesen und Leben der gesunden organischen Zelle zu finden.

Die innigsten Bande der Freundschaft verknüpften Haeckel zu dieser Zeit mit dem einige Jahre älteren Otto Beckmann, einen der hoffnungsvollsten Schüler Virchows, welcher leider einige Jahre später, kaum in Göttingen zu einer Professur gelangt, durch einen allzu frühen Tod der Wissenschaft entrissen wurde. Im Verein mit Beckmann warf sich Haeckel jetzt mit solcher Energie ausschließlich auf das Studium der pathologischen Histologie, daß er schon Ostern 1856 die damals frei werdende Assistentenstelle bei Virchow bekleiden konnte. Doch blieb er in dieser lehrreichen Stelle nur ein Semester, da Virchow schon im

nächsten Herbste von Würzburg nach Berlin berufen wurde. Vielleicht wäre auf Virchows Wunsch Haeckel ganz bei der pathologischen Anatomie geblieben, wenn nicht in diesen Herbstferien eine freundliche Einladung seiner Würzburger Lehrer Kölliker und Heinrich Müller, sie an das Mittelmeer zu begleiten, ihn nach Nizza geführt hätte, wo er auch wieder mit Johannes Müller zusammentraf. Hier lernte er nun erst die ganze Fülle interessanter Erscheinungen kennen, welche das Leben und die Entwicklung der niederen Seetiere darbietet. Das Mittelmeer ist in dieser Beziehung viel reicher als die Nordsee, mit welcher er durch seinen Helgoländer Aufenthalt bekannt geworden war. Die prachtvollen Siphonophoren, die glasartig durchsichtigen Salpen, Pteropoden und Heteropoden, die zierlichen mikroskopischen Radiolarien und viele andere wunderbare pelagische Tierformen, mit denen er sich später noch jahrelang beschäftigen sollte, sah er hier zum ersten Male, und er geriet dadurch in einen wahren Taumel von Entzücken. Auch die Reichtümer der südlichen Fischmärkte lernte er hier zum ersten Male bewundern. Die ungemein mannigfaltige und lebhafte Anregung, welche seine Phantasie durch diese neue reiche Gestaltenwelt erfuhr, absorbierte nun sein ganzes Interesse und drängte die vor kurzem so liebgewonnene pathologische Anatomie in den Hintergrund. Als Haeckel Ende Oktober 1856 nach Berlin zurückkehrte, warf er sich, statt auf die pathologischen Veränderungen der menschlichen Gewebe, auf die normalen Gewebe der Krebse, deren Studium er in Nizza begonnen hatte. Sie lieferten ihm das Material zu seiner in diesem Winter ausgearbeiteten Doktordissertation „De telis quibusdam astaci fluviatilis", welche später, in einer ausführlicheren deutschen Bearbeitung, in Müllers Archiv veröffentlicht wurde (1857, S. 469: Über die Gewebe des Flußkrebses).

Am 7. März 1857 wurde Haeckel in Berlin zum Doktor der Medizin promoviert. Als Opponenten fungierten dabei drei seiner nächsten Freunde: Johannes

Lachmann (1860 als Professor in Bonn gestorben), Eduard Claparède (1871 als Professor in Genf gestorben) und Ernst Weiß (später in Bonn). Den Sommer 1857 verbrachte der junge Doktor in Wien, um sich durch den Besuch der dortigen Kliniken zum Staatsexamen vorzubereiten. Doch interessierten ihn mehr als die Kliniken die physiologischen Vorlesungen von Brücke und Ludwig, in denen er für die mechanische Auffassung des Lebens neue Argumente sammelte. Den Winter 1857/58 verbrachte er mit Absolvierung des medizinischen Staatsexamens in Berlin und erhielt dort am 17. März 1858 die Approbation als praktischer Arzt und Wundarzt. Noch an demselben Abend, an dem er glücklich das Schlußexamen bestanden hatte, feierte er die heißersehnte Erlösung von den praktisch-medizinischen Studien dadurch, daß er die klinischen Kompendien durch das Fenster auf die Straße fliegen ließ. Trotzdem hat er ein ganzes Jahr lang in Berlin praktiziert. Da er jedoch seine Sprechstunde von 5—6 Uhr morgens angesetzt hatte, erreichte die Zahl seiner Patienten kaum ein halbes Dutzend und beeinträchtigte die vergleichend anatomischen und histologischen Studien, die nun mit erneuter Liebe aufgenommen wurden, in keiner Weise. Zunächst wollte er diese Studien noch ein Jahr lang unter der unmittelbaren Leitung Johannes Müllers fortsetzen, als plötzlich, im April 1858, der hochgefeierte Meister durch einen jähen Tod der Wissenschaft entrissen wurde. Untröstlich über diesen Verlust, befand sich Haeckel unter den sechs nächsten Schülern, welche den Sarg des innigst geliebten und verehrten Lehrers unter heißen Tränen selbst auf ihren Schultern trugen.

Doch ein Herzensverhältnis anderer Art sollte bald diesen Schmerz teilweise besänftigen. Der schon seit längerer Zeit bestehende lebhafte Verkehr mit der Nichte seiner Mutter, Anna Sethe, einem ebenso liebenswürdigen als geistvollen, von gleicher lebendiger Naturbegeisterung erfüllten Mädchen, führte zu seiner Verlobung. Damit war allerdings der seit vielen

Jahren gehegte Lebenswunsch, eine mehrjährige Reise in die Tropengegenden zu unternehmen, abgeschnitten. Haeckel faßte nun den Entschluß, als Lehrer der Zoologie die akademische Laufbahn zu betreten, zuvor jedoch an einer größeren selbständigen Arbeit in diesem Zweige der Naturwissenschaft seine Kräfte zu messen. Zu diesem Zwecke unternahm er im Januar 1859 eine Reise nach Italien, von der er erst nach fünfzehn Monaten, im April 1860 zurückkehrte. Über Florenz und Rom, welches ihn mit den mächtigsten Eindrücken erfüllte, ging er nach Neapel, wo er den Sommer 1859 zubrachte. Die herrlichen, reichen Natur- und Kunstgenüsse von Neapel und seiner Umgebung, vorzüglich die Insel Capri, auf der er einen ganzen Monat zubrachte, störten zwar etwas die angefangenen zoologischen Untersuchungen, bereicherten ihn aber mit einer Fülle von lebendigen Anschauungen und führten ihn zu der Lieblingsbeschäftigung seiner späteren Mußestunden, zur Landschaftsmalerei. In Neapel lernte er auch den bekannten Verfasser der „Römischen Schlendertage", Hermann Allmers kennen, und trat dann im September mit diesem Freunde eine sehr lohnende sechswöchentliche Reise durch Sizilien an, deren glänzender Schluß am 11. Oktober eine sehr gelungene Besteigung des Ätna bildete. Die sechs Wintermonate verbrachte Haeckel ausschließlich mit dem Studium der Seetiere in Messina, welches als vorzüglich zweckmäßige Station für solche Untersuchungen schon durch viele frühere Arbeiten verschiedener deutscher Naturforscher berühmt war.

Unter der Fülle interessanter Seetiere, welche die Meerenge von Messina beherbergt, fesselten ihn bald vor allen anderen die Radiolarien, sehr einfach gebaute mikroskopische Geschöpfe mit einem äußerst zierlichen Kieselpanzer. Diese ebenso phantastisch als mannigfaltig geformten kleinen Wesen waren der Gegenstand von Johannes Müllers letzter Arbeit gewesen. Haeckel setzte dieselbe weiter fort, fügte noch eine Menge neuer Beobachtungen hinzu und faßte

die gesamten Kenntnisse von dieser Klasse in einer großen Monographie zusammen, welche 1862 in Berlin bei Georg Reimer erschien (ein Band Text von 570 Folioseiten und ein Atlas von 35 Kupfertafeln). Nachdem er im April 1860 über Marseille und Paris zurückgekehrt war, widmete er das nächste Jahr zunächst der Ausarbeitung dieser Monographie, welche später von der leopoldinisch-karolinischen Akademie mit der goldenen Cotheniusmedaille gekrönt wurde. Ostern 1861 habilitierte sich Haeckel als Privatdozent für vergleichende Anatomie in der medizinischen Fakultät der Universität Jena. Zu dieser Wahl veranlaßte ihn weniger seine frühere Vorliebe für Jena, wo er unter Schleidens Anleitung einst hatte Botanik studieren wollen, als die direkte Einladung des berühmten Anatomen Carl Gegenbaur, den er schon in Würzburg kennen gelernt hatte, und mit dem er bald in das innigste Freundschaftsverhältnis trat. Schon im ersten Semester, im Sommer 1861, übernahm er die bis dahin von Gegenbaur (früher von Oskar Schmidt) gehaltene Vorlesung über allgemeine und spezielle Zoologie. Nachdem sich Haeckel am 4. März in Jena habilitiert hatte, wurde er nach Verlauf eines Jahres zum außerordentlichen Professor und drei Jahre später, Ostern 1865, zum ordentlichen Professor ernannt. Er schlug damals eine ehrenvolle Berufung nach Würzburg aus und erhielt dafür die neue ordentliche Professur der Zoologie, welche erst jetzt in der Fakultät zu Jena gegründet wurde. Bei dieser Gelegenheit trat er von der medizinischen zur philosophischen Fakultät über und wurde von dieser zum Ehrendoktor der Philosophie ernannt.

Zu Weihnachten 1870 erhielt Haeckel gleichzeitig mit Kuno Fischer, eine sehr verlockende Berufung unter höchst glänzenden Bedingungen an die Universität nach Wien, die er jedoch ebenfalls ausschlug, an Jena gefesselt einerseits durch sein brüderliches Freundschaftsbündnis mit seinem Kollegen Gegenbaur, andererseits durch die eigentümlichen Vorzüge, welche diese kleine Universität auszeichnen,

insbesondere durch die unbegrenzte Freiheit der Lehre und die stille Muße, welche selbständig strebenden Geistern in seltenem Grade günstige Bedingungen für größere Arbeiten gewährt. Seine Lehrtätigkeit erstreckte sich während dieser Zeit über das gesamte Gebiet der allgemeinen und speziellen Zoologie, über vergleichende Anatomie, Entwicklungsgeschichte, Histologie, Paläontologie, und andere Disziplinen, welche alle Haeckel nur als innig verbundene Teile der Zoologie betrachtete. Seine speziellen Facharbeiten betreffen größtenteils das Gebiet der niederen Seetiere, und vor allen jene tiefsten und dunkelsten Regionen, in denen das Leben mit den einfachsten und unvollkommensten Organismenformen beginnt; Organismen, welche Haeckel unter dem Namen „Protisten", als Angehörige eines besonderen neutralen organischen Naturreichs betrachtet, weil sie weder echte Tiere noch echte Pflanzen sind. Das Material für diese speziellen, meist monographischen Arbeiten sammelte sich Haeckel auf vielen Reisen, welche er während der akademischen Ferien an die Meeresküste antrat, oft von Schülern begleitet. So sammelte er namentlich Ostern 1864 in Villafranca bei Nizza das Material zu seiner Monographie der Geryoniden, einer merkwürdigen Medusenfamilie, bei welcher Haeckel eine ganz neue Art der Entwicklung entdeckte. Im Herbst 1865 ging er zum zweiten Male nach Helgoland und im Herbst 1869 nach Norwegen, wo er namentlich am Sogne-Fjord, in Bergen und auf der Insel Gis-Oe in dessen Nähe seinen zoologischen Forschungen oblag. Teils hier, teils in Dalmatien, welches er Ostern 1871 besuchte (besonders auf der dalmatinischen Insel Lesina) sammelte er Material für eine umfangreiche Monographie der Kalkschwämme, in welcher die „Entstehung der Arten" im einzelnen nachgewiesen wurde. Im Herbst 1866 erhielt er einen halbjährigen Urlaub zu einer größeren Reise. Er ging zuerst nach London, wo er die längst gewünschte persönliche Bekanntschaft von Darwin, Lyell und Huxley machte. Den Tag, welchen

er damals in Darwins Hause verlebte, und der ihn mit der höchsten persönlichen Verehrung für diesen großen Meister erfüllte, rechnet Haeckel zu den unvergeßlichsten seines Lebens. Von London fuhr er über Lissabon nach Madeira, und von dort nach Teneriffa, begleitet von mehreren Schülern. Die Besteigung des Pik von Teneriffa, welche er unter sehr schwierigen Verhältnissen am 26. November ausführte, hat er in der Zeitschrift der Berliner Geographischen Gesellschaft geschildert (1869, 5. Band). Von Teneriffa ging Haeckel mit seinen Begleitern nach der romantischen Insel Lanzarote, einem fast vegetationslosen vulkanischen Eilande, wo drei Monate in größter Einsamkeit dem Studium der Moneren, Radiolarien und Schwämme, der Medusen und namentlich der Siphonophoren gewidmet wurden. Auf der Rückreise von Lanzarote lernte Haeckel in der Stadt Mogador an der marokkanischen Küste, wo er acht Tage verweilte, einen sehr interessanten Punkt des afrikanischen Festlandes kennen. Über Tanger ging es nach Gibraltar und Cadix, dann über Granada nach Madrid, und über Paris zurück.

Die zoologische Frucht dieser Reise nach den Kanarischen Inseln war eine „Entwicklungsgeschichte der Siphonophoren", welche die Gesellschaft der Wissenschaften zu Utrecht mit ihrer goldenen Preismedaille gekrönt hat. Die Siphonophoren gehören zur Klasse der Medusen oder Quallen und sind höchst interessante, aber bis dahin bezüglich ihrer Entwicklung ganz unbekannte, blumenstockähnliche Tiere, welche in dem populären Vortrage über „Arbeitsteilung im Natur- und Menschenleben" geschildert sind. Außerdem entstand aus den kanarischen Studien eine „Monographie der Moneren", der wichtigste Bestandteil der später unter dem Titel „Biologische Studien" veröffentlichten Schrift. Moneren nennt Haeckel jene höchst merkwürdigen Organismen, welche auf der allertiefsten Stufe der Organisation stehen, indem ihr ganzer Körper weiter nichts als ein belebtes, strukturloses Stückchen von „Urschleim

oder Protoplasma" ist. Die erste Monerenform hatte Haeckel schon 1864 in Nizza beobachtet, mehrere andere Formen später in Lanzarote und Gibraltar. Die Moneren erregten vorzüglich deshalb Haeckels lebhaftestes Interesse, weil er durch dieselben die Schwierigkeiten der Urzeugungshypothese für beseitigt hielt.

Durch die angeführten Spezialarbeiten (denen später die großen Monographien der Challengerexpedition über die Radiolarien und Medusen folgten), und durch zahlreiche kleinere, in verschiedenen Zeitschriften zerstreuten Aufsätze, welche die verschiedensten Gebiete der Zoologie, die vergleichende Anatomie, Histologie, Entwicklungsgeschichte, Paläontologie, Systematik usw. berühren, war Haeckel bemüht, sich stets in lebendigem Zusammenhang mit allen Teilen seines umfangreichen Fachgebiets zu erhalten. Doch sah er die hier geleistete Arbeit nur als empirische Basis und als unerläßliche Vorbereitung an für die allgemeinen, in das Gebiet der Naturphilosophie fallenden Hauptarbeiten und insbesondere für die Leistungen im Gebiete des Darwinismus und der Entwicklungstheorie überhaupt, deren Förderung er als das wesentlichste Ziel aller seiner wissenschaftlichen Bestrebungen betrachtete. Unter den deutschen Naturforschern hat keiner sich so frühzeitig, so offen und unbedingt zugunsten der Darwinschen Entwicklungstheorie ausgesprochen, und keiner ist so bestrebt gewesen, dieselbe durch eigene, umfassende Arbeiten zu fördern, weiter auszubauen und ihre letzten Konsequenzen zu ziehen, wie Haeckel. Das berühmte Darwinsche Buch „Über die Entstehung der Arten", welches jedenfalls eine neue Epoche der Biologie begründete, erschien, während Haeckel 1859 in Sizilien weilte. Als es ihm nach seiner Rückkehr 1860 in die Hände fiel, machte es sofort auf ihn den mächtigsten Eindruck. Tag und Nacht beschäftigte seine Gedanken „die natürliche Züchtung durch den Kampf ums Dasein". Hier war auf einmal in der einfachsten Weise das große Problem von der Entstehung der Arten, von der Verwandtschaft der organi-

schen Formen gelöst, über das er so oft nachgedacht, und das ihm schließlich, wie allen anderen fast, zuletzt immer als ein unlösbares erschienen war. Das merkwürdige Buch wurde wieder und immer wieder gelesen, und bei jeder neuen Durchsicht eröffneten sich neue überraschende Einsichten und Fernsichten. Schon in seiner 1862 erschienenen Monographie der Radiolarien, zu einer Zeit, wo gegen das Werk Darwins allgemein noch das größte Mißtrauen, selbst unter seinen späteren Anhängern, herrschte, sprach sich Haeckel offen für dasselbe aus. Im folgenden Jahre, im Herbst 1863, wagte er es, in der Versammlung Deutscher Naturforscher zu Stettin, und zwar in der ersten allgemeinen Sitzung am 19. September, eine begeisterte Rede „für die Entwicklungstheorie Darwins" zu halten, obwohl er wußte, daß der größte Teil der Versammlung diese Lehre für einen schweren Irrtum, wo nicht gar für offenbaren Schwindel erklärte. Auch entspann sich sofort auf jener Tribüne ein lebhafter Streit zwischen Dr. Otto Volger, der den Darwinismus angriff, und Haeckel, der ihn verteidigte. Es war dies das erstemal, daß der Darwinismus zum Gegenstand einer öffentlichen Darlegung und Verteidigung in einer Naturforscherversammlung gemacht wurde. In demselben Jahre (1863) hielt Haeckel auch bereits einen Vortrag über den Darwinismus an dem Hofe in Weimar, wo er später noch mehrere Vorlesungen über ähnliche Gegenstände gehalten hat.

Die zahlreichen Angriffe, welche in den folgenden Jahren immer heftiger gegen die Darwinsche Entwicklungslehre auftraten, spornten Haeckel, der immer inniger von ihrer unerschütterlichen Wahrheit durchdrungen wurde, um so stärker zu ihrer Verteidigung an. Im Wintersemester 1865/66 hielt er zum ersten Male in Jena eine Reihe von freien, öffentlichen Vorträgen über diese Theorie, welche nicht allein von Studierenden aller Fakultäten, sondern auch von Laien aller Berufsstände mit der regsten Teilnahme gehört wurden. Dieselben Vorträge wiederholte er im Wintersemester 1867/68. Jetzt wurden

sie von zweien seiner Zuhörer stenographiert und dann im Herbste 1868 unter dem Titel „Natürliche Schöpfungsgeschichte“ herausgegeben. Ende Oktober 1865 begann Haeckel die Abfassung und bald darauf auch den Druck seines umfangreichsten und bedeutendsten Werkes, der „Generellen Morphologie der Organismen“, in zwei starken Bänden, die bereits im Oktober des nächstfolgenden Jahres erschienen. Innerhalb eines einzigen Jahres wurde dieses Buch von mehr als 1000 Seiten groß Oktav verfaßt und gedruckt. Überall zeigen sich die Spuren dieser übereilten Abfassung in großer Breite der Darstellung, häufigen Wiederholungen und mangelhafter Anordnung des Stoffes. Daneben macht die Überladung mit neuen Fremdwörtern, die scharfe Polemik und der heftige exzentrische Ton der oft persönlichen und ungerechten Angriffe die Lektüre nichts weniger als anziehend. Dennoch haben selbst entschiedene Gegner desselben zugestanden, daß dieses Werk der erste, und bis jetzt der einzige Versuch ist, die durch Darwin reformierte Entwicklungstheorie auf das gesamte Gebiet der Morphologie oder Formenlehre in umfassendster Weise anzuwenden und bis zu den äußersten naturphilosophischen Konsequenzen zu verfolgen. Neue Wissenschaftszweige werden darin selbständig begründet, insbesondere die organische Individualitätslehre, die Grundformenlehre und vor allen die Phylogenie oder Stammesgeschichte der Organismen, in welcher Haeckel den ersten Versuch machte, das System der Organismen genealogisch zu verwerten und auf dem Wege der natürlichen Klassifikation zu einem Stammbaum des Tierreichs und Pflanzenreichs zu gelangen. Mit besonderem Eifer war Haeckel ferner bemüht, unserem „Dichterfürsten“ Goethe eine hervorragende Rolle als Begründer der Entwicklungslehre zuzuerteilen und durch zahlreiche, aus Goethes Schriften entnommene Zitate nachzuweisen, daß dieser unvergleichliche Mann in Wahrheit neben Lamarck als ein Vorläufer Darwins zu betrachten ist.

Im zweiten Bande der „Generellen Morphologie“

hat Haeckel die Entwicklungstheorie auf den Menschen angewendet und dessen Stammbaum aus dem System der Wirbeltiere abgeleitet; ausführlicher entwickelt hat die Konsequenzen dieser Anwendung die später erschienene „Schöpfungsgeschichte", ganz besonders aber die „Anthropogenie oder Entwicklungsgeschichte des Menschen" (1874). Haeckel gehörte zu jenen Naturforschern, welche gleich nach dem Erscheinen des ersten Darwinschen Werkes die Lehre der Abstammung des Menschen von niederen Tieren als die notwendige Konsequenz der Darwinschen Theorie bezeichneten. Wie richtig gezogen diese von vielen bestrittene Konsequenz war, hat Darwin selbst in der Einleitung zu seinem 1871 erschienenen berühmten Werk über die Abstammung des Menschen anerkannt, wo er ausdrücklich sagt: „Wäre Haeckels ‚Schöpfungsgeschichte' erschienen, ehe meine Arbeit niedergeschrieben war, würde ich sie wahrscheinlich nie zu Ende geführt haben; fast alle die Folgerungen, zu denen ich gekommen bin, finde ich durch diesen Forscher bestätigt, dessen Kenntnisse in vielen Punkten viel reicher sind als meine."

Um das sonderbare Werk der „Generellen Morphologie", welches keineswegs die beabsichtigte reformatische Wirkung erzielte, sondern nur dazu beitrug, die Angriffe gegen Haeckel zu vermehren und ihn vielen seiner Fachgenossen zu entfremden, — um dieses exzentrische Buch gerecht zu beurteilen, muß man wissen, unter welchen Verhältnissen es verfaßt wurde. Am 16. Februar 1864, an dem Tage, an welchem Haeckel sein 30. Lebensjahr vollendete, und an welchem ihm die leopoldinisch-karolinische Akademie durch Verleihung eines Ehrendiplomes und der goldenen Cotheniusmedaille die höchste Anerkennung für seine wissenschaftlichen Leistungen spendete, wurde ihm plötzlich durch einen ganz unvermuteten jähen Tod seine innigstgeliebte Frau entrissen, mit welcher er nach vierjährigem Brautstande nur anderthalbe kurze Jahre in der glücklichsten Ehe gelebt hatte. Dieses traurige Schicksal, welches mit

einem jähen Schlage sein ganzes, rasch und schön aufgeblühtes Lebensglück zerstörte, versetzte ihn in völlige Verzweiflung und in eine krankhafte und überreizte Gemütsstimmung, von der er sich erst nach Jahren, erst nach der großen kanarischen Reise, erholte. Völlige und ausschließliche Hingabe an seine Wissenschaft erschien ihm jetzt als das einzige Rettungsmittel, und in dieser resignierten Stimmung warf er sich ganz und rückhaltlos auf die Studien, deren Resultat in der „Generellen Morphologie" niedergelegt sind. Während des kurzen Jahres, innerhalb dessen er dieses Werk verfaßte und herausgab, gönnte er sich täglich nur wenige Stunden Schlaf und war vom frühen Morgen bis nach Mitternacht ausschließlich mit jener Aufgabe beschäftigt. Zur hastigen Vollendung desselben um jeden Preis drängte ihn aber noch besonders einerseits das Gefühl, daß er trotz seines von Natur kräftigen Körpers eine solche übermäßige Anstrengung doch nicht mehr lange aushalten würde, andererseits der Urlaub, den er für das folgende Wintersemester erhalten hatte, und den er dann auf den Kanarischen Inseln verbrachte. Schon im August 1866 wollte er denselben antreten; aber die Vollendung der immer stärker anwachsenden Morphologie ließ ihn erst Anfang Oktober, in einem Zustande höchster geistiger und körperlicher Überarbeitung, zur Abreise kommen. Hieraus sind die angeführten großen Mängel dieses Werkes, welches die schwierigsten Probleme der Biologie auf einem neuen, bisher unbetretenen Wege zu lösen sucht, wohl größtenteils zu erklären.

Noch in einer anderen, wichtigeren Beziehung wurde der erwähnte harte Schicksalsschlag für Haeckels Entwicklung sehr folgenreich. Er vollendete seinen völligen Bruch mit dem Kirchenglauben und trieb ihn der radikalsten Realphilosophie in die Arme. Nichts würde unrichtiger sein, als aus den Angriffen auf die teleologische Weltanschauung und die Kirchendogmen, welche in Haeckels Schriften seit 1866 zu finden sind, den Schluß zu ziehen, daß er stets die-

ser Richtung gehuldigt habe. Im Gegenteil war seine frühere Weltanschauung bis nach vollendeten Universitätsstudien eine total entgegengesetzte und selbst bis zum 30. Lebensjahre noch eine vermittelnde. Auferzogen unter der sorgfältigsten Pflege von trefflichen Eltern und Lehrern, denen er mit der zärtlichsten Liebe und dem größten Vertrauen anhing, und die mit dem wärmsten und lebendigsten Glauben an dem von Schleiermacher vertretenen liberalen Christentum hingen, wurde ihr Glaube auch der seinige. Er vertrat diesen Glauben in der freisinnigsten Form und mit voller Überzeugung noch während seiner ganzen Universitätszeit und verteidigte ihn warm gegenüber den zahlreichen Angriffen der jungen, ihm nächstbefreundeten Kommilitonen, Mediziner und Naturforscher. Selbst die Lektüre der materialistischen Schriften von Vogt, Büchner usw., welche damals (um die Mitte der fünfziger Jahre) so lebhafte Streitigkeiten hervorriefen, vermochte ihn nicht wesentlich zu erschüttern, obwohl sie viele Zweifel in ihm erregten. Erst als er nach vollendetem Universitätsstudium in das Leben hinaustrat, und besonders in seinem 26. Lebensjahre, während der 15 Monate seiner Reise durch Italien und Sizilien, als er so viele ihm bis dahin unbekannte Seiten des realen Menschenlebens kennen, bedauern und verachten lernte, erst da wurde seine ideale Lebensanschauung vielfach zerstört, und es stiegen ernstliche Zweifel an den tiefsten Glaubenswahrheiten in seinem Innern auf. Als er nun aber nach seiner Rückkehr aus Italien 1860 mit Darwins Werk bekannt wurde, als er hier die Lösung der schwierigsten philosophischen Probleme auf dem mechanischen oder monistischen Wege angebahnt sah, da begann sich in ihm eine Einheit der Weltanschauung vorzubereiten, vor welcher nur wenige der altgewohnten, liebgewordenen Glaubensartikel mehr bestehen konnten. Doch auch jetzt noch hielt er trotz vielfacher innerer Kämpfe und Zweifel an einigen der bedeutendsten teleologischen Anschauungen fest. Auch jetzt noch verwarf er, der Autorität

von Johannes Müller folgend, die Lehre von einer mechanischen Entstehung des ersten Lebens durch Urzeugung und ähnliche Sätze. Auch jetzt noch glaubte er die beiden Gebiete der organischen und unorganischen Natur durch eine unübersteigliche Kluft trennen zu müssen. Erst die jähe Wendung seines Schicksals an dem Unglückstage, an welchem er sein dreißigstes Lebensjahr vollendete, zerstörte in Haeckel mit einem Schlage alle letzten Reste seiner früheren dualistischen Weltanschauung. Erst von jetzt an war er reiner Monist und vertrat, von allen Fesseln der Glaubensdichtungen befreit, mit der rücksichtslosesten Entschiedenheit diejenige einheitliche Weltanschauung, welche überall in dem Entwicklungsgange der Welt nur wirkende Ursachen (causae efficientes), keine zwecktätigen Ursachen (causae finales) anerkennt, welche in allen Dingen ein und dieselbe mechanische Triebfeder der natürlichen Entwicklung findet.

Es würde falsch sein, diese Naturphilosophie, wie es vielfach geschieht, als „Materialismus" zu bezeichnen, und Haeckel selbst hat hiergegen wiederholt auf das entschiedenste protestiert. Gleich denjenigen beiden Freunden, mit denen er in Jena diese höchsten philosophischen Probleme auf das vielfachste durchgesprochen hat, nämlich dem berühmten vergleichenden Anatomen Karl Gegenbaur und dem ausgezeichneten Sprachforscher August Schleicher, will auch Haeckel diese Naturphilosophie als Monismus verstanden wissen. Wie Schleicher richtig bemerkt hat, wäre es ebenso falsch, dieselbe als „Materialismus" wie als „Spiritualismus" zu bezeichnen. Diese Weltanschauung ist einheitlich, sie vermag Kraft und Stoff, Geist und Materie nirgends voneinander zu scheiden Alle Materie ist für sie geistig belebt, und jede geistige Lebensäußerung ist an eine bestimmte Form der Materie geknüpft. In der definitiven Begründung dieser monistischen Naturphilosophie findet Haeckel das Hauptverdienst der durch Darwin reformierten Entwicklungstheorie.

Soweit Ernst Haeckel über seinen Lebensgang, seine Arbeiten und die Entwicklung seiner Weltanschauung. Der Gesamtausgabe seiner gemeinverständlichen Werke könnte keine bessere Einleitung vorangestellt werden, als sie in dieser schlichten autobiographischen Skizze gegeben ist, in der sich das schlichte Wesen Ernst Haeckels getreulich widerspiegelt. Alles Wesentliche ist hier mit wenigen, klaren Strichen dargestellt.

Aber die Skizze ist nicht vollständig. Sie reicht bis in den Anfang der siebziger Jahre, als Haeckel noch nicht die Hälfte seiner Lebensjahre hinter sich hatte. Zwar, seine spätere Entwicklung war nur die Fortsetzung der Richtungslinien, die in seinem bisherigen Leben schon vorgezeichnet und zum Teil schon ausgeführt waren. Aber wie reich war diese spätere Entwicklung, und wie unabsehbar groß war die Wirkung seines Schaffens und Wirkens. Ernst Haeckel hatte etwas Elektrisierendes in seinem Wesen, das, je nachdem, unwiderstehlich anzog oder schroff zurückstieß. Daher die vielen Freunde und die vielen Gegner, die er sich seit Beginn seines Auftretens in der Gesellschaft wie in der Öffentlichkeit schuf. Schuf ohne jede andere Absicht als die: die Wahrheit zu erkennen, zu verkünden und zu behaupten allen Gegenstrebenden zum Trotz. Mit einem Enthusiasmus, wie man ihn selten bei Naturforschern, häufig aber bei Künstlern und Propheten trifft, gab er sich seiner Erkenntnis hin, warb er für seine Wahrheit, unterstützt durch eine faszinierende Persönlichkeit und eine berückende Darstellungskraft in Rede und Schrift, mit der Feder und mit dem Pinsel.

In der wissenschaftlichen Welt hatte sich Haeckel durch seine Monographien und sonstigen Arbeiten, die in der autobiographischen Skizze erwähnt sind, ein hervorragendes Ansehen verschafft, und eine Anerkennung, die unter anderem in der Berufung auf die zoologischen Lehrstühle in Würzburg und Wien zum Ausdruck kam, denen in den siebziger Jahren weitere verlockende Rufe nach Straßburg und Bonn

folgten. Ernst Haeckel blieb seinem kleinen Jena treu, dessen bescheidene Verhältnisse seinem bescheidenen Sinn ebenso zusagten, als ihn der Lärm und die gesellschaftlichen Verpflichtungen der Großstadt abstießen. Auf zahlreichen Reisen, die ihn nach allen Ländern und Küsten Europas, nach Kleinasien und dem Roten Meer, nach Vorder- und Hinterindien führten, und die er in Reiseskizzen und Reisebriefen originell schilderte, sammelte er nicht nur die Objekte für seine zoologischen Forschungen und seine zoologische Lehrtätigkeit, sondern auch einen enormen Reichtum an Kenntnissen über Menschen und Kulturen, der seiner Weltanschauung eine überaus vielseitige, breite wie tiefe Grundlage gab.

Rein wissenschaftlich setzte er in den siebziger und achtziger Jahren seine Studien über Radiolarien, Medusen und Siphonophoren fort, zu denen ihm die Schätze der englischen Challengerexpedition das reichste Material darboten. In dem Aufsatze über die epochemachende Forschungsreise des Challenger, der im 5. Bande unserer Ausgabe enthalten ist, berichtet Ernst Haeckel selbst darüber. Es war eine ungeheure Arbeitsleistung.

Auf entwicklungsgeschichtlichem Gebiete hatte die „Generelle Morphologie" vom Jahre 1866 den Grund für spätere Arbeiten gelegt. Ihr entsproß die „Natürliche Schöpfungsgeschichte", die seit 1868 in zwölf immer wieder verbesserten, vermehrten, umgearbeiteten deutschen Auflagen und etwa fünfundzwanzig Übersetzungen den Namen Ernst Haeckels in alle Welt getragen und die Kenntnis der Entwicklungslehre den weitesten Kreisen vermittelt hat. Ihr entsproß die „Anthropogenie oder Entwicklungsgeschichte des Menschen" (1874; 6. Auflage 1904), eine wissenschaftliche Vortragsreihe über die Ontogenie und Phylogenie, die Keimes- und Stammesgeschichte des Menschen, die das wissenschaftliche Detail zum 13. und 27. Vortrag der „Natürlichen Schöpfungsgeschichte" in überwältigender Vollständigkeit und Beweiskraft darbietet. Ihr entsproß endlich die „Sy-

stematische Phylogenie" (1894—1896), die in drei Bänden die erdgeschichtliche Entwicklung der Pflanzen und Tiere von den Moneren an bis herauf zum Menschen eingehend darzustellen versucht, gestützt auf die drei großen Urkunden der Stammesgeschichte: die vergleichende Anatomie, die Ontogenie und die Paläontologie, von denen im 16. Vortrag der „Natürlichen Schöpfungsgeschichte" die Rede ist. Auch dies ungeheure Arbeitsleistungen, die nur zu erklären sind einerseits durch die unerschöpfliche Arbeitskraft und den unermüdlichen Fleiß Ernst Haeckels, andererseits durch eine ganz erstaunliche Fähigkeit des raschen Auffassens, raschen Durchdenkens, und der ebenso raschen Darstellung des Erschauten und Erdachten. Man erstaunt immer von neuem wieder über die Größe dieser Arbeitsleistung eines einzelnen Menschen, ob man nun die große Reihe seiner Werke mustert und die darin geleistete Detailarbeit ermißt, oder die Tausende von Zeichnungen zu seinen wissenschaftlichen Monographien, oder die 40 starken Mappen seines Herbariums mit ihren 12000 Pflanzenarten, oder die Tausende von Briefen, die er geschrieben hat, oder die etwa 2000 Aquarelle und Skizzen, die er von seinen Reisen mitgebracht hat, oder die Sammlungen seines zoologischen Instituts. —

Wer so wie Haeckel durch und durch von der Wahrheit und allumfassenden Bedeutung der Entwicklungslehre überzeugt ist, dem bestimmt sie notwendig auch die Art und Weise seiner Weltanschauung, seiner philosophischen und religiösen Stellung, vorausgesetzt, daß er die Konsequenzen der Entwicklungslehre ziehen will und ziehen kann. Denn dieser Lehre stand und steht gegenüber die Schöpfungslehre und im Zusammenhang damit die theistische Gotteslehre; und ihre Konsequenz ist die Einheit und Selbständigkeit der Welt, „vom Ziegelstein, der vom Dache fällt bis zum höchsten Geistesblitze, der eines Menschen Gehirn erhellt". Ernst Haeckel wird notwendig Pantheist, dem Gott und Welt zusammenfällt, dem die Natur das All und Eine,

Höchste ist; er wird Monist, für den mit Goethe „keine Materie ohne Geist, kein Geist ohne Materie sein noch wirken kann"! Für ihn vollzieht sich die Entwicklung der Welt, im ganzen wie im einzelnen, aus eigenen inneren Kräften, nach ewigen ehernen großen Gesetzen, angefangen — ein relativer Anfang selbstverständlich des ewigen Spiels, das Zeus spielt mit sich selbst — angefangen vom kosmischen Nebel bis zum lebendigen Protoplasma der Mutter Erde, vom Moner und Infusor bis zum Menschen, vom Steinbeil des Urmenschen bis zur Kultur der Gegenwart.

Und Haeckels Enthusiasmus leidet nicht, daß er das beglückende Licht, das ihm aufgegangen, unter den Scheffel stelle. Er hält es vielmehr, wie er in der „Schöpfungsgeschichte" bekennt, für seine Pflicht, die wichtigen allgemeinen Ergebnisse seiner besonderen Studien für das Ganze nutzbar und zum Gemeingut der ganzen gebildeten Menschheit zu machen. Weil er überzeugt ist, daß jeder große Fortschritt in der wahren Naturerkenntnis, und ganz besonders die monistische Entwicklungslehre, zugleich auch einen Fortschritt für das sittliche Menschenwesen bedeutet. „Fortschritt des Menschengeschlechts zur freien Selbstbestimmung unter der Herrschaft der Vernunft" — dies das Ideal, dem er mit seiner Arbeit dienen will, ganz im Sinne des idealistischen Imperativs von Fichte.

So entspringt ihm aus der Entwicklungslehre der „Monismus als Band zwischen Religion und Wissenschaft", den er schon in der „Generellen Morphologie", in der „Natürlichen Schöpfungsgeschichte" und in der „Anthropogenie" verkündet. Er behandelt dieses Thema in seinem Altenburger Vortrag (1892), und das Echo dieses Vortrags wie persönlichste Neigung bestimmen ihn, diesem Thema den Rest seiner Lebensarbeit seit 1899 zu widmen. In diesem Jahre läßt er die „Welträtsel" erscheinen, die gemeinverständlichen Studien über monistische Philosophie, die, in etwa dreißig Übersetzungen, in Millionen von

Exemplaren Haeckels Ideen um den ganzen Erdball tragen und ihnen begeisterte Freundschaft wie ebenso erbitterte Feindschaft erwecken. Theologie und theologisch beeinflußte Philosophie fühlen sich bedroht und künden ihm Fehde an. Freunde seiner Weltanschauung schließen sich im deutschen Monistenbund zusammen, um der monistischen Weltanschauung, Ethik und Religion die ihr gebührende Anerkennung und Stellung im geistigen Leben der Kulturmenschheit zu erringen. Härteste Kämpfe entspringen, in die er verwickelt wird. Schematisierte und konstruierte Bilder, in denen er die große Ähnlichkeit tierischer und menschlicher Embryonen veranschaulichen will, werden zum willkommenen Anlaß genommen, ihn als „Fälscher" und seine Lehren als falsch zu brandmarken. Man verschwieg in jesuitischer Taktik dabei, daß die täuschende Ähnlichkeit tierischer und menschlicher Embryonen an völlig „exakten" Bildern viel deutlicher zur Anschauung gebracht werden kann als an den schematischen Bildern Haeckels, und daß die Wahrheit der Entwicklungslehre und ihrer monistischen Konsequenzen auch ohne Haeckelsche Konstruktionen fest genug steht, so fest, daß einzelne Irrtümer oder Fehlgriffe ihrer Propheten sie nicht im mindesten erschüttern können.

Bis an das Ende seiner Tage ist Ernst Haeckel unermüdlich tätig, den Monismus auszubauen und für seine Verbreitung zu sorgen. Den „Welträtseln" läßt er 1904 einen Ergänzungsband über die „Lebenswunder" folgen. Vorträge und Abhandlungen schließen sich an. 1908 begründet er das Phyletische Museum in Jena, in dem die Beweismittel der biologischen Entwicklungslehre, der Deszendenztheorie, handgreiflich dargeboten werden. In kritischen Studien über phyletische Anthropologie erörtert er noch einmal in wissenschaftlicher Weise „Unsere Ahnenreihe" (1908), in Studien über monistische Religion — „Gott-Natur" (1914) — seinen Pantheismus, in tief eindringenden Studien über das anorganische Leben — „Kristallseelen" (1917) — die Einheit aller Natur-

erscheinungen, die im Begriffe des „Monismus" ihren einfachsten und klarsten Ausdruck findet.

Mächtig bewegte ihn der Weltkrieg. Er war von Jugend auf ein glühender Patriot, der die Errichtung eines einigen und starken deutschen Reiches mit Jubel begrüßt hatte und die Zerstörung des Bismarckschen Werkes durch Kaiser Wilhelm II. von Anfang an mit großer Besorgnis verfolgte. So nahm er den lebhaftesten Anteil an dem Schicksal des Reiches, das er aus dem furchtbaren Weltkrieg größer und mächtiger hervorgehen zu sehen wünschte. Sein Zusammenbruch traf ihn tief. Er hatte, geistig frisch und regsam bis zum letzten Tag, aber körperlich seit 1911 gebrechlich und hinfällig, seinen Tod selbstwillig auf den 26. Oktober 1918 festgesetzt. Aber der seit August 1918 beginnende Zusammenbruch Deutschlands ließ ihn wünschen, auch noch das weitere Schicksal seines heiß geliebten Vaterlandes zu erleben. Die Wirren der Revolution und der aufgezwungene „Friede" von Versailles gaben seinen Hoffnungen und seinem Lebenswillen den Rest. Er ersehnte den Tod, der ihn, infolge eines Unfalls, rasch und sanft vom Leid der letzten Jahre erlöste. Er starb, Monist bis zum letzten Atemzuge, am 9. August 1919.

Ernst Haeckel lebt und wirkt in seinen Werken weiter. Die Gesamtausgabe seiner gemeinverständlichen Schriften war ein Lieblingswunsch des Lebenden, dem buchhändlerische Tatkraft nunmehr die schönste Erfüllung beschieden hat. Eine unerschöpfliche Quelle der Belehrung und Aufklärung, wird sie in den immer neuen Kämpfen mit den Mächten der Reaktion ihre Aufgabe erfüllen und der geistigen Befreiung und Höherentwicklung der Menschheit dienen. Sie ist zugleich ein würdiges Denkmal des großen Toten, errichtet zu seinem neunzigsten Geburtstag.

Jena, Ernst Haeckel-Archiv,
15. Dezember 1923.

HEINRICH SCHMIDT

DER NATÜRLICHEN
SCHÖPFUNGS-GESCHICHTE
ERSTER TEIL

ALLGEMEINE
ENTWICKLUNGSLEHRE
(Transformismus und Darwinismus)

*

Vorwort zur ersten Auflage.

(1868)

Die vorliegenden freien Vorträge über „natürliche Schöpfungsgeschichte“ sind im Wintersemester 1867 bis 68 vor einem aus Laien und Studierenden aller Fakultäten zusammengesetzten Publikum hier von mir gehalten, und von zweien meiner Zuhörer, den Studierenden Hörnlein und Römheld, stenographiert worden. Abgesehen von den redaktionellen Veränderungen des stenographischen Manuskriptes, habe ich an mehreren Stellen Erörterungen weggelassen, welche für meinen engeren Zuhörerkreis von besonderem Interesse waren, und dagegen an anderen Stellen Erläuterungen eingefügt, welche mir für den weiteren Leserkreis erforderlich schienen. Die Abkürzungen betreffen besonders die erste Hälfte, die Zusätze dagegen die zweite Hälfte der Vorträge.

Die „natürliche Schöpfungsgeschichte“ oder richtiger ausgedrückt: Die „natürliche Entwicklungslehre“, deren selbständige Förderung und weitere Verbreitung den Zweck dieser Vorträge bildet, ist seit nun bald zehn Jahren durch die große Geistestat von Charles Darwin in ein neues Stadium ihrer Entwicklung getreten. Was frühere Anhänger derselben nur unbestimmt andeuteten oder ohne Erfolg aussprachen, was schon Wolfgang Goethe mit dem prophetischen Genius des Dichters, weit seiner Zeit vorauseilend, ahnte, was Jean Lamarck bereits, unverstanden von seinen befangenen Zeitgenossen, zu einer klaren wissenschaftlichen Theorie formte, das

ist durch das epochemachende Werk von Charles Darwin unveräußerliches Erbgut der menschlichen Erkenntnis und die erste Grundlage geworden, auf der alle wahre Wissenschaft in Zukunft weiter bauen wird. „Entwicklung" heißt von jetzt an das Zauberwort, durch das wir alle uns umgebenden Rätsel lösen, oder wenigstens auf den Weg ihrer Lösung gelangen können. Aber wie Wenige haben dieses Losungswort wirklich verstanden, und wie Wenigen ist seine weltumgestaltende Bedeutung klar geworden! Befangen in der mythischen Tradition von Jahrtausenden, und geblendet durch den falschen Glanz mächtiger Autoritäten, haben selbst hervorragende Männer der Wissenschaft in dem Siege der Entwicklungstheorie nicht den größten Fortschritt, sondern einen gefährlichen Rückschritt der Naturwissenschaft erblickt, und namentlich den biologischen Teil derselben, die Abstammungslehre oder Deszendenztheorie, unrichtiger beurteilt, als der gesunde Menschenverstand des gebildeten Laien.

Diese Wahrnehmung vorzüglich war es, welche mich zur Veröffentlichung dieser gemeinverständlichen wissenschaftlichen Vorträge bestimmte. Ich hoffe dadurch der Entwicklungslehre, welche ich für die größte Eroberung des menschlichen Geistes halte, manchen Anhänger auch in jenen Kreisen der Gesellschaft zuzuführen, welche zunächst nicht mit dem empirischen Material der Naturwissenschaft, und der Biologie insbesondere, näher vertraut, aber durch ihr Interesse an dem Naturganzen berechtigt, und durch ihren natürlichen Menschenverstand befähigt sind, die Entwickelungstheorie zu begreifen, und als Schlüssel zum Verständnis der Erscheinungswelt zu benutzen. Die Form der freien Vorträge, in welcher hier die Grundzüge der allgemeinen Entwicklungsgeschichte behandelt sind, hat mancherlei Nachteile. Aber ihre Vorzüge, namentlich der freie und unmittelbare Verkehr zwischen dem Vortragenden und dem Zuhörer, überwiegen in meinen Augen die Nachteile bedeutend.

Der lebhafte Kampf, welcher in den letzten Jahren um die Entwicklungslehre entbrannt ist, muß früher oder später notwendig mit ihrer allgemeinen Anerkennung endigen. Dieser glänzendste Sieg des erkennenden Verstandes über das blinde Vorurteil, der höchste Triumph, den der menschliche Geist erringen konnte, wird sicherlich mehr als alles Andere nicht allein zur geistigen Befreiung, sondern auch zur sittlichen Vervollkommnung der Menschheit beitragen. Zwar haben nicht nur diejenigen engherzigen Leute, die als Angehörige einer bevorzugten Kaste jede Verbreitung allgemeiner Bildung überhaupt scheuen, sondern auch wohlmeinende und edelgesinnte Männer die Befürchtung ausgesprochen, daß die allgemeine Verbreitung der Entwicklungstheorie die gefährlichsten moralischen und sozialen Folgen haben werde. Nur die feste Überzeugung, daß diese Besorgnis gänzlich unbegründet ist, und daß im Gegenteil jeder große Fortschritt in der wahren Naturerkenntnis unmittelbar oder mittelbar auch eine entsprechende Vervollkommnung des sittlichen Menschenwesens herbeiführen muß, konnte mich dazu ermutigen, die wichtigsten Grundzüge der Entwickelungstheorie in der hier vorliegenden Form einem weiteren Kreise zugänglich zu machen.

So unvollkommen und mangelhaft diese Vorträge auch sind, so hoffe ich doch, daß sie dazu dienen werden, das segensreiche Licht der Entwicklungslehre in weiteren Kreisen zu verbreiten. Möchte dadurch in vielen denkenden Köpfen die unbestimmte Ahnung zur klaren Gewißheit werden, daß unser Jahrhundert durch die endgültige Begründung der Entwicklungstheorie, und namentlich durch die Entdeckung des menschlichen Ursprungs, den bedeutendsten und ruhmvollsten Wendepunkt in der ganzen Entwicklungsgeschichte der Menschheit bildet. Möchten dadurch viele Menschenfreunde zu der Überzeugung geführt werden, wie fruchtbringend und segensreich dieser größte Fortschritt in der Erkenntnis auf die weitere fortschreitende Entwicklung des

Menschengeschlechts einwirken wird, und an ihrem Teile werktätig zu seiner Ausbreitung beitragen. Möchten aber vor allem dadurch recht viele Leser angeregt werden, tiefer in das innere Heiligtum der Natur einzudringen, und aus der nie versiegenden Quelle der natürlichen Offenbarung mehr und mehr jene höchste Befriedigung des Verstandes durch wahre Naturerkenntnis, jenen reinsten Genuß des Gemütes durch tiefes Naturverständnis und jene sittliche Veredelung der Vernunft durch einfache Naturreligion schöpfen, welche auf keinem anderen Wege erlangt werden kann.

Aus dem Vorwort zur neunten Auflage.

(1897)

Das bevorstehende Ende des neunzehnten Jahrhunderts bietet das lebendige Bild einer wilden Gärung, wie sie nie zuvor unsere Kulturwelt bewegt hat. Auf der einen Seite hat unsere Naturerkenntnis in glänzendem Siegeslaufe eine Höhe und Klarheit erreicht, die noch im Anfange des Jahrhunderts für unerreichbar galt. Hand in Hand damit geht eine Reihe der überraschendsten Erfindungen und praktischen Fortschritte auf allen Gebieten der Technik und des Verkehrs. Die umfassende Anwendung der Dampfkraft und der Elektrizität, wie vieler anderer Errungenschaften der Physik und Chemie, haben unsere Begriffe von Raum und Zeit völlig verändert; sie haben alle Zweige unseres modernen Kulturlebens von Grund aus umgestaltet. Und mehr als das! Der monistischen Naturphilosophie (im besten Sinne des Wortes!) ist es gelungen, die bunte Fülle der uns umgebenden Erscheinungen unter mathematisch formulierte Gesetze zu ordnen und schließlich alle diese Naturgesetze einem obersten Grundgesetze unterzuordnen, dem Substanzgesetz. Dieses wahrhaft göttliche „Gesetz von der Erhaltung der Kraft und von der Erhaltung des Stoffes“ umfaßt die gesamte, dem

Menschen erkennbare Erscheinungswelt, ebenso die geistige wie die materielle. Seine Bedeutung für unser Geistesleben habe ich ausgeführt in meinem „Glaubensbekenntnis eines Naturforschers: Der Monismus als Band zwischen Religion und Wissenschaft".

Während uns diese stolze, mühsam erkämpfte Einheit der modernen Weltanschauung mit hoher Freude erfüllt, bedrohen uns auf der anderen Seite die finsteren Ruinen einer vergangenen Kulturepoche. Der vergiftende Aberglaube des Mittelalters wirkt mächtig fort in der Orthodoxie der zahlreichen verschiedenen Kirchen, wie in tausend alten „Sitten" oder besser „Unsitten" unserer hochzivilisierten Gesellschaft. Die öffentliche wie die private Moral, großenteils von ihnen beherrscht, hat die „konventionelle Lüge" zu einer beispiellosen Höhe entwickelt. Der Kampf ums Dasein hat in dem herrschenden Militarismus und in dem Mammondienst der Börsenspekulation Formen angenommen, welche zu den milden, angeblich maßgebenden Lehren des Christentums in schreiendem Widerspruche stehen. Unsere Gesellschaftsordnung, unsere Rechtspflege, unsere Jugenderziehung werden noch von den verschimmelten Grundsätzen des Mittelalters und seiner Klosterschulen beherrscht. Und in der Neubelebung solcher innerlich abgestorbenen Institutionen, in der täuschenden Flucht zum Mystizismus, wird das Heil der Völker von kurzsichtigen Herrschern gesucht, welche sich ihrer direkten göttlichen Inspiration rühmen, und welche in hohlen tönenden Reden die Tatsachen der Geschichte auf den Kopf stellen.

Angesichts dieses ungeheuren „Kulturkampfes" weisen ängstliche Gemüter besorgt auf bevorstehende welterschütternde Katastrophen hin. Wir unserenteils teilen diese schweren Besorgnisse nicht. Denn wir halten an der Hoffnung fest, daß in dem großen Kampfe der Weltanschauungen doch schließlich der Sieg dem Geiste des Guten, des Schönen und der Wahrheit bleibt. Die feste Stütze dieser Hoffnung finden wir in der kurzen Geschichte der Entwick-

lungslehre selbst. Denn als vor dreißig Jahren die erste Auflage der Natürlichen Schöpfungsgeschichte erschien, stießen ihre Lehren, gleich denen von Darwin selbst, fast überall auf den heftigsten Widerstand, und noch in den ersten zehn Jahren hatten sie mit Vorurteilen und Hindernissen aller Art zu kämpfen, nicht zum wenigsten mit der Mißgunst der gelehrten Fachgenossen. Trotzdem brachen sich die wichtigsten Grundsätze unserer Entwicklungslehre im zweiten Dezennium ihrer Wirksamkeit siegreich Bahn, und im dritten Jahrzehnte derselben gewannen sie so allgemeine Geltung, daß die wissenschaftliche Naturgeschichte ohne sie jetzt nicht mehr bestehen kann. In einer reichen neuen Literatur fanden auch unsere monistischen Prinzipien glückliche Anwendung auf die wichtigsten Probleme der praktischen Philosophie, der Ethik, des Sozialismus usw. So dürfen wir denn der anbrechenden Morgenröte des zwanzigsten Jahrhunderts mit der frohen Hoffnung entgegensehen, daß der junge Baum der Entwicklungslehre in demselben mächtig wachsen und alle übrigen Wissenschaften unter den Schutz seiner gewaltigen Krone aufnehmen wird. Freie Wissenschaft und freie Lehre, die noch vor zwanzig Jahren auf der Naturforscherversammlung in München einen so schweren „Kampf ums Dasein" gegenüber den mächtigsten Autoritäten zu bestehen hatten, werden fernerhin ihre unermüdlichen Schwingen ungehemmt entfalten, und den freien Menschengeist immer höher zur einheitlichen Weltanschauung hinaufführen, zu immer „mehr Licht"!

ERSTER VORTRAG

Inhalt und Bedeutung der Abstammungslehre oder Deszendenztheorie.

Die geistige Bewegung, zu welcher der englische Naturforscher Charles Darwin im Jahre 1859 durch sein berühmtes Werk „Über die Entstehung der Arten" den Anstoß gab, hat während des kurzen seitdem verflossenen Zeitraums eine beispiellose Tiefe und Ausdehnung gewonnen. Allerdings ist die in jenem Werke dargestellte naturwissenschaftliche Theorie (gewöhnlich kurzweg die Darwinsche Theorie oder der Darwinismus genannt) nur ein Bruchteil einer viel umfassenderen Wissenschaft, nämlich der universalen Entwicklungslehre, welche ihre unermeßliche Bedeutung über das ganze Gebiet aller menschlichen Erkenntnis erstreckt. Allein die Art und Weise, in welcher Darwin die letztere durch die erstere fest begründet hat, ist so überzeugend, und die entscheidende Wendung, welche durch die notwendigen Folgeschlüsse jener Theorie in der gesamten Weltanschauung der Menschheit angebahnt worden ist, muß jedem tiefer denkenden Menschen so gewaltig erscheinen, daß man ihre allgemeine Bedeutung nicht hoch genug anschlagen kann. Ohne Zweifel muß diese ungeheure Erweiterung unseres menschlichen Gesichtskreises unter allen den zahlreichen und großartigen wissenschaftlichen Fortschritten unserer Zeit als der bei weitem folgenschwerste und wichtigste angesehen werden.

Wenn man das 19. Jahrhundert mit Recht das Zeitalter der Naturwissenschaften nennt, wenn man mit Stolz auf die unermeßlich bedeutenden Fortschritte in allen Zweigen derselben blickt, so pflegt man dabei gewöhnlich weniger an die Erweiterung unserer allgemeinen Naturerkenntnis, als vielmehr an die unmittelbaren praktischen Erfolge jener Fortschritte zu denken. Man erwägt dabei die völlige und unendlich folgenreiche Umgestaltung des menschlichen Verkehrs, welche durch das entwickelte Maschinenwesen, durch die Eisenbahnen, Dampfschiffe, Telegraphen, Telephone und andere Erfindungen der Physik hervorgebracht worden ist. Oder man denkt an den mächtigen Einfluß, welchen die Chemie in der Heilkunst, in der Landwirtschaft, in allen Künsten und Gewerben gewonnen hat. Wie hoch Sie aber auch diese Einwirkung der neueren Naturwissenschaft auf das praktische Leben anschlagen mögen, so muß dieselbe, von einem höheren und allgemeineren Standpunkt aus gewürdigt, doch hinter dem ungeheuren Einfluß zurückstehen, welchen die theoretischen Fortschritte der heutigen Naturwissenschaft auf das gesamte Erkenntnisgebiet des Menschen, auf seine ganze Weltanschauung und Geistesbildung notwendig ausüben. Denken Sie nur an den unermeßlichen Umschwung aller unserer theoretischen Anschauungen, welchen wir der allgemeinen Anwendung des Mikroskops verdanken. Denken Sie allein an die Zellentheorie, die uns die scheinbare Einheit des menschlichen Organismus als das zusammengesetzte Resultat aus der staatlichen Verbindung von Milliarden elementarer Lebenseinheiten, der Zellen, nachweist. Oder erwägen Sie die ungeheure Erweiterung unseres theoretischen Gesichtskreises, welche wir der Spektralanalyse, der Lehre von der Wärmemechanik und von der Erhaltung der Kraft verdanken. Unter allen diesen bewunderungswürdigen theoretischen Fortschritten nimmt aber jedenfalls unsere heutige Entwicklungslehre bei weitem den höchsten Rang ein.

Jeder von Ihnen wird den Namen Darwin gehört

haben. Aber die meisten werden wahrscheinlich nur unvollkommene Vorstellungen von dem eigentlichen Werte seiner Lehre besitzen. Denn wenn man alles vergleicht, was seit dem Erscheinen seines epochemachenden Hauptwerkes über dasselbe geschrieben worden ist, so muß demjenigen, der sich nicht näher mit den organischen Naturwissenschaften befaßt hat, der nicht in die inneren Geheimnisse der Zoologie und Botanik eingedrungen ist, der Wert jener Theorie doch zweifelhaft erscheinen. Die Beurteilung derselben ist voll von Widersprüchen und Mißverständnissen. Daher hat selbst jetzt, 50 Jahre nach dem Erscheinen von Darwins Werk, dasselbe noch nicht allgemein diejenige volle Bedeutung erlangt, welche ihm von Rechts wegen gebührt, und welche es jedenfalls früher oder später erlangen wird. Die meisten von den zahllosen Schriften, welche für und gegen den Darwinismus während dieses Zeitraumes veröffentlicht wurden, lassen den erforderlichen Grad von biologischer und besonders von zoologischer Bildung vermissen. Obwohl jetzt alle bedeutenden Naturforscher der Gegenwart zu den Anhängern jener Theorie gehören, haben doch nur wenige derselben Geltung und Verständnis in weiteren Kreisen zu verschaffen gesucht. Daher rühren die befremdenden Widersprüche und die seltsamen Urteile, die man noch heute vielfach über den Darwinismus hören kann. Gerade dieser Umstand hat mich vorzugsweise bestimmt, die Darwinsche Theorie und die damit zusammenhängenden weiteren Lehren zum Gegenstand dieser allgemein verständlichen Vorträge zu machen. Ich halte es für die Pflicht der Naturforscher, daß sie nicht allein in dem engeren Kreise ihrer Fachwissenschaft auf Verbesserungen und Entdeckungen sinnen, daß sie sich nicht allein in das Studium des einzelnen mit Liebe und Sorgfalt vertiefen, sondern daß sie auch die wichtigen allgemeinen Ergebnisse ihrer besonderen Studien für das Ganze nutzbar machen und daß sie naturwissenschaftliche Bildung in weiten Kreisen verbreiten helfen. Der höchste Triumph des

menschlichen Geistes, die wahre Erkenntnis der allgemeinsten Naturgesetze, darf nicht das Privateigentum einer privilegierten Gelehrtenkaste bleiben, sondern muß segensreiches Gemeingut der ganzen gebildeten Menschheit werden.

Die Theorie, welche durch Darwin an die Spitze unserer Naturerkenntnis gestellt worden ist, pflegt man gewöhnlich als Abstammungslehre oder Deszendenztheorie zu bezeichnen. Andere nennen sie Umbildungslehre oder Transmutationstheorie oder auch kurz: Transformismus. Beide Bezeichnungen sind richtig. Denn diese Lehre behauptet, daß alle verschiedenen Organismen (d. h. alle Tierarten und Pflanzenarten, welche jemals auf der Erde gelebt haben und jetzt noch leben) von einer einzigen oder von wenigen höchst einfachen Stammformen abstammen, und daß sie sich aus diesen auf dem natürlichen Wege allmählicher Umbildung langsam entwickelt haben. Obwohl diese Entwicklungstheorie schon im Anfange des 19. Jahrhunderts von verschiedenen großen Naturforschern, insbesondere von Lamarck und Goethe aufgestellt und verteidigt wurde, hat sie doch erst im Jahre 1859 durch Darwin ihre vollständige Ausbildung und ihre tiefere ursächliche Begründung erfahren. Dies ist der Grund, weshalb sie oft ausschließlich (obwohl nicht ganz richtig) als Darwins Theorie bezeichnet wird.

Der unschätzbare Wert der Abstammungslehre erscheint in verschiedenem Lichte, je nachdem Sie bloß deren nähere Bedeutung für die organische Naturwissenschaft oder aber ihren weiteren Einfluß auf die gesamte Welterkenntnis des Menschen in Betracht ziehen. Die organische Naturwissenschaft oder die Biologie, welche als Zoologie die Tiere, als Botanik die Pflanzen zum Gegenstand ihrer Erkenntnis hat, wird durch die Abstammungslehre von Grund aus umgestaltet. Denn durch die Deszendenztheorie lernen wir die wahren wirkenden Ursachen der organischen Formerscheinungen erkennen, während die bisherige Tier- und Pflanzenkunde sich überwiegend mit der

Kenntnis ihrer Tatsachen beschäftigte. Man kann daher auch die Abstammungslehre als die mechanische Erklärung der organischen Formerscheinungen oder als „die Lehre von den wahren Ursachen in der organischen Natur" bezeichnen.

Da ich nicht voraussetzen kann, daß Ihnen allen die Ausdrücke „organische und anorganische Natur" geläufig sind, und da uns die Gegenüberstellung dieser beiderlei Naturkörper in der Folge noch vielfach beschäftigen wird, so muß ich ein paar Worte zur Verständigung darüber vorausschicken. Organismen oder organische Naturkörper nennen wir alle Lebewesen oder belebten Körper, also alle Pflanzen und Tiere, den Menschen mit inbegriffen, weil bei ihnen fast immer eine Zusammensetzung aus verschiedenartigen Teilen (Werkzeugen oder „Organen") nachzuweisen ist; diese Organe müssen zusammenwirken, um die Lebenserscheinungen hervorzubringen. Eine solche Zusammensetzung vermissen wir dagegen bei den Anorganen oder anorganischen Naturkörpern, den sogenannten toten oder unbelebten Körpern, den Mineralien oder Gesteinen, dem Wasser, der atmosphärischen Luft usw. Die Organismen enthalten stets eiweißartige Kohlenstoffverbindungen in weichem oder „festflüssigem" Zustande, während diese den Anorganen stets fehlen. Auf diesem wichtigen Unterschiede beruht die Einteilung der gesamten Naturwissenschaft in zwei große Hauptabteilungen, in die Biologie oder Wissenschaft von den Organismen (Anthropologie, Zoologie und Botanik) und die Anorgologie oder Abiologie, die Wissenschaft von den Anorganen (Mineralogie, Geologie, Hydrographie, Meteorologie usw.).

Die unvergleichliche Bedeutung der Abstammungslehre für die Biologie liegt also vorzugsweise darin, daß sie uns die Entstehung der organischen Formen auf mechanischem Wege erklärt und deren wirkende Ursachen nachweist. So hoch man aber auch mit Recht dieses Verdienst der Deszendenztheorie anschlagen mag, so tritt dasselbe doch fast zurück vor

der unermeßlichen Wichtigkeit, welche eine einzige notwendige Folgerung derselben für sich allein in Anspruch nimmt. Diese unvermeidliche Folgerung ist die Lehre von der tierischen Abstammung des Menschengeschlechts.

Die Bestimmung der Stellung des Menschen in der Natur und seiner Beziehungen zur Gesamtheit der Dinge, diese Frage aller Fragen für die Menschheit, wie sie Huxley mit Recht genannt hat, wird durch jene Erkenntnis der tierischen Abstammung des Menschengeschlechts endgültig gelöst. Wir gelangen also durch den Transformismus oder die Deszendenztheorie zum ersten Male in die Lage, eine natürliche Entwicklungsgeschichte des Menschengeschlechts wissenschaftlich begründen zu können. Sowohl alle Verteidiger als alle denkenden Gegner Darwins haben anerkannt, daß die Abstammung des Menschengeschlechts zunächst von affenartigen Säugetieren, weiterhin aber von niederen Wirbeltieren mit Notwendigkeit aus seiner Theorie folgt.

Allerdings hat Darwin diese wichtigste von allen Folgerungen seiner Lehre nicht sofort selbst ausgesprochen. In seinem Werke „von der Entstehung der Arten" ist die tierische Abstammung des Menschen nicht erörtert. Der ebenso vorsichtige als kühne Naturforscher ging damals absichtlich mit Stillschweigen darüber hinweg, weil er voraussah, daß dieser bedeutendste von allen Folgeschlüssen der Abstammungslehre zugleich das größte Hindernis für die Verbreitung und Anerkennung derselben sein werde. Gewiß hätte Darwins Buch von Anfang an noch weit mehr Widerspruch und Ärgernis erregt, wenn sogleich diese wichtigste Konsequenz darin klar ausgesprochen worden wäre. Erst zwölf Jahre später, in dem 1871 erschienenen Werke über „die Abstammung des Menschen und die geschlechtliche Zuchtwahl" hat Darwin jenen weitreichendsten Folgeschluß offen anerkannt und ausdrücklich seine volle Übereinstimmung mit den Naturforschern erklärt, welche denselben inzwischen schon selbst gezogen hatten.

Offenbar ist die Tragweite dieser Folgerung ganz unermeßlich, und keine Wissenschaft wird sich den Konsequenzen derselben entziehen können. Die Anthropologie oder die Wissenschaft vom Menschen und infolgedessen auch die ganze Philosophie wird in allen einzelnen Zweigen dadurch von Grund aus umgestaltet.

Es wird erst die spätere Aufgabe meiner Vorträge sein, diesen besonderen Punkt zu erörtern. Ich werde die Lehre von der tierischen Abstammung des Menschen erst behandeln, nachdem ich ihnen Darwins Theorie in ihrer allgemeinen Begründung und Bedeutung vorgetragen habe. Um es mit einem Satze auszudrücken, so ist jene bedeutungsvolle, aber die meisten Menschen von vornherein abstoßende Folgerung nichts weiter als ein besonderer Deduktionsschluß, den wir aus dem sicher begründeten allgemeinen Induktionsgesetze der Deszendenztheorie nach den strengen Geboten der unerbittlichen Logik notwendig ziehen müssen.

Vielleicht ist nichts geeigneter, Ihnen die ganze und volle Bedeutung der Abstammungslehre mit zwei Worten klarzumachen, als die Bezeichnung derselben mit dem Ausdruck: „natürliche Schöpfungsgeschichte". Ich habe daher auch selbst diese Bezeichnung für die folgenden Vorträge gewählt. Jedoch ist dieselbe nur in einem gewissen Sinne richtig; denn streng genommen schließt der Ausdruck „natürliche Schöpfungsgeschichte" einen inneren Widerspruch, eine contradictio in adjecto, ein. Lassen Sie uns, um dies zu verstehen, einen Augenblick den zweideutigen Begriff der Schöpfung etwas näher ins Auge fassen. Wenn man unter Schöpfung die Entstehung eines Körpers durch eine schaffende Gewalt oder Kraft versteht, so kann man dabei entweder an die Entstehung seines Stoffes (der körperlichen Materie) oder an die Entstehung seiner Form (der körperlichen Gestalt) denken.

Die Schöpfung im ersteren Sinne, als die Entstehung der Materie, geht uns hier gar nichts an. Dieser Vorgang, wenn er überhaupt jemals stattge-

funden hat, ist gänzlich der menschlichen Erkenntnis entzogen; er kann daher auch niemals Gegenstand naturwissenschaftlicher Erforschung sein. Die Naturwissenschaft hält die Materie für ewig und unvergänglich, weil durch die Erfahrung noch niemals das Entstehen oder Vergehen auch nur des kleinsten Teilchens der Materie nachgewiesen worden ist. Da, wo ein Naturkörper zu verschwinden scheint, wie z. B. beim Verbrennen, beim Verwesen, beim Verdunsten usw., da ändert er nur seine Form, seinen physikalischen Aggregatzustand oder seine chemische Verbindungsweise. Ebenso beruht die Entstehung eines neuen Naturkörpers, z. B. eines Kristalles, eines Pilzes, eines Infusoriums nur darauf, daß verschiedene Stoffteilchen, welche vorher in einer gewissen Form oder Verbindungsweise existierten, infolge von veränderten Existenzbedingungen eine neue Form oder Verbindungsweise annehmen. Aber noch niemals ist der Fall beobachtet worden, daß auch nur das kleinste Stoffteilchen aus der Welt verschwunden oder nur ein Atom zu der bereits vorhandenen Masse hinzugekommen wäre. Der Naturforscher kann sich daher ein Entstehen der Materie ebensowenig als ein Vergehen derselben vorstellen; er betrachtet die in der Welt bestehende Quantität der Materie als eine gegebene feste Tatsache. Fühlt jemand das Bedürfnis, sich die Entstehung dieser Materie als die Wirkung einer übernatürlichen Schöpfungstätigkeit, einer außerhalb der Materie stehenden schöpferischen Kraft vorzustellen, so haben wir nichts dagegen. Aber wir müssen bemerken, daß damit auch nicht das Geringste für eine wissenschaftliche Naturerkenntnis gewonnen ist. Eine solche Vorstellung von einer immateriellen Kraft, welche die Materie erst schafft, ist ein Glaubensartikel, welcher mit der menschlichen Wissenschaft gar nichts zu tun hat. Wo der mystische Glaube anfängt, hört die echte Wissenschaft auf. Beide Tätigkeiten des menschlichen Geistes sind scharf voneinanderzuhalten. Der Glaube an übernatürliche Vorgänge hat seinen Ursprung in der

dichtenden Einbildungskraft, das klare Wissen dagegen in dem erkennenden Verstande des Menschen. Die Wissenschaft hat die segenbringenden Früchte von dem Baume der Erkenntnis zu pflücken, unbekümmert darum, ob dadurch die dichterischen Einbildungen der Glaubenschaft beeinträchtigt werden oder nicht.

Wenn also die Naturwissenschaft sich die „natürliche Schöpfungsgeschichte" zu ihrer höchsten, schwersten und lohnendsten Aufgabe macht, so kann sie den Begriff der Schöpfung nur in der zweiten, oben angeführten Bedeutung verstehen, als die Entstehung der Form der Naturkörper. In diesem Sinne kann man die Geologie die Schöpfungsgeschichte der Erde nennen; denn sie sucht die Entstehung der geformten anorganischen Erdoberfläche und die mannigfaltigen geschichtlichen Veränderungen in der Gestalt der festen Erdrinde zu erforschen. Ebenso kann man die Entwicklungsgeschichte der Tiere und Pflanzen, welche die Entstehung der belebten Formen und den mannigfaltigen historischen Wechsel der tierischen und pflanzlichen Gestalten untersucht, die Schöpfungsgeschichte der Organismen nennen. Da jedoch in den Begriff der Schöpfung sich immer leicht die unwissenschaftliche Vorstellung von einem außerhalb der Materie stehenden und dieselbe umbildenden Schöpfer einschleicht, so wird es in Zukunft wohl besser sein, denselben durch die strengere Bezeichnung der Entwicklung zu ersetzen.

Der hohe Wert, welchen die Entwicklungsgeschichte für das wissenschaftliche Verständnis der Tier- und Pflanzenformen besitzt, ist seit einem halben Jahrhundert ganz allgemein anerkannt; man kann ohne sie in der organischen Morphologie oder Formenlehre keinen sicheren Schritt mehr tun. Jedoch hat man vor 1866 unter Entwicklungsgeschichte nur einen Teil dieser Wissenschaft, nämlich diejenige der organischen Individuen oder Einzelwesen, verstanden, die sogenannte Embryologie, richtiger und umfassender Ontogenie genannt. Außer dieser gibt

es aber auch noch eine Entwicklungsgeschichte der organischen Arten, Klassen und Stämme (Phylen); und diese steht zu der ersteren in den wichtigsten Beziehungen. Das Material dafür liefert die Versteinerungskunde oder Paläontologie. Diese lehrt uns, daß jedes organische Phylum, jeder Stamm des Tier- und Pflanzenreichs, während der verschiedenen Perioden der Erdgeschichte durch eine Reihe von ganz verschiedenen Klassen und Arten vertreten wird. So ist z. B. der Stamm der Wirbeltiere durch die Klassen der Fische, Amphibien, Reptilien, Vögel und Säugetiere vertreten, und jede dieser Klassen zu verschiedenen Zeiten durch ganz verschiedene Arten. Diese paläontologische Entwicklungsgeschichte der Organismen kann man als Stammesgeschichte oder Phylogenie bezeichnen; sie steht in den wichtigsten und merkwürdigsten Beziehungen zu dem andern Zweige der organischen Entwicklungsgeschichte, zur Keimesgeschichte der Ontogenie. Die letztere läuft der ersteren im großen und ganzen parallel. Um es kurz mit einem Satze zu sagen, so ist die individuelle Entwicklungsgeschichte eine schnelle, durch die Gesetze der Vererbung und Anpassung bedingte Wiederholung der langsamen paläontologischen Entwicklungsgeschichte; die Ontogenie ist ein kurzer Auszug oder eine Rekapitulation der Phylogenie. Das ist unser Biogenetisches Grundgesetz (1866).

Da ich Ihnen dieses höchst interessante und bedeutsame Naturgesetz später noch ausführlicher zu erläutern habe, so wollen wir uns hier nicht weiter dabei aufhalten. Nur sei bemerkt, daß dasselbe einzig und allein durch die Abstammungslehre erklärt und in seinen Ursachen verstanden wird; ohne dieselbe bleibt es ganz unverständlich und unerklärlich. Die Deszendenztheorie zeigt uns zugleich, warum überhaupt die einzelnen Tiere und Pflanzen sich entwickeln müssen, warum dieselben nicht gleich in fertiger und entwickelter Form ins Leben treten. Keine übernatürliche Schöpfungsgeschichte vermag uns das große Rätsel der organischen Entwicklung irgend-

wie zu erklären. Ebenso wie auf diese hochwichtige Frage gibt uns der Transformismus auch auf alle andern allgemeinen biologischen Fragen befriedigende Antworten, und zwar sind diese Antworten rein mechanisch-kausaler Natur; sie weisen lediglich natürliche, physikalisch-chemische Kräfte als die Ursachen von Erscheinungen nach, die man früher gewohnt war, der unmittelbaren Einwirkung übernatürlicher, schöpferischer Kräfte zuzuschreiben. Mithin entfernt der Transformismus aus allen Gebietsteilen der Botanik und Zoologie, und namentlich auch aus dem wichtigsten Teile der letzteren, aus der Anthropologie, den Wunderglauben; er lüftet den mystischen Schleier des Wunderbaren und Übernatürlichen, mit welchem man bisher die verwickelten Erscheinungen dieser natürlichen Erkenntnisgebiete zu verhüllen liebte. Das unklare Nebelbild mythologischer Dichtung kann vor dem klaren Sonnenlicht naturwissenschaftlicher Erkenntnis nicht länger bestehen.

Von ganz besonderem Interesse sind unter jenen biologischen Erscheinungen diejenigen, welche die gewöhnliche Annahme von der Entstehung eines jeden Organismus durch eine zweckmäßig bauende Schöpferkraft widerlegen. Nichts hat in dieser Beziehung der früheren Naturforschung so große Schwierigkeiten verursacht als die Deutung der sogenannten „rudimentären Organe", derjenigen Teile im Tier- und Pflanzenkörper, welche eigentlich ohne Leistung, ohne physiologische Bedeutung und dennoch formell vorhanden sind. Diese Teile verdienen das allerhöchste Interesse, obwohl die meisten Leute wenig oder nichts davon wissen. Fast jeder höher entwickelte Organismus, fast jedes Tier und jede Pflanze besitzt neben den scheinbar zweckmäßigen Einrichtungen seiner Organisation andere Einrichtungen, die durchaus keinen Zweck, keine Funktion in dessen Leben haben können.

Beispiele davon finden sich überall. Bei den Embryonen mancher Wiederkäuer, unter anderen bei

unserem gewöhnlichen Rindvieh, stehen Schneidezähne im Zwischenkiefer der oberen Kinnlade, welche niemals zum Durchbruch gelangen, also auch keinen Zweck haben. Die Embryonen mancher Walfische, welche späterhin die bekannten Barten statt der Zähne besitzen, tragen, so lange sie noch nicht geboren sind und keine Nahrung zu sich nehmen, dennoch zahlreiche Zähne in ihren Kiefern; auch dieses Gebiß tritt niemals in Tätigkeit. Ferner besitzen die meisten höheren Tiere Muskeln, die nie zur Anwendung kommen; selbst der Mensch besitzt solche rudimentäre Muskeln. Die meisten von uns sind nicht fähig, ihre Ohren willkürlich zu bewegen, obwohl die Muskeln für diese Bewegung vorhanden sind; aber einzelnen Personen, die sich andauernd Mühe geben, diese Muskeln zu üben, ist es in der Tat gelungen, ihre Ohren wieder in Bewegung zu setzen. In diesen noch jetzt vorhandenen, aber verkümmerten Organen, welche dem vollständigen Verschwinden entgegengehen, ist es noch möglich, durch besondere Übung, durch andauernden Einfluß der Willenstätigkeit des Nervensystems, die beinahe erloschene Tätigkeit wieder zu beleben. Dagegen vermögen wir dies nicht mehr in den kleinen rudimentären Ohrmuskeln, welche noch am Knorpel unserer Ohrmuschel vorkommen; diese bleiben immer völlig wirkungslos. Bei unseren langohrigen Vorfahren aus der Tertiärzeit, Affen, Halbaffen und Beuteltieren, welche gleich den meisten andern Säugetieren ihre große Ohrmuschel frei und lebhaft bewegten, waren jene Muskeln viel stärker entwickelt und von großer Bedeutung. So haben in gleicher Weise auch viele Spielarten der Hunde und Kaninchen, deren wilde Vorfahren ihre steifen Ohren vielseitig bewegten, unter dem Einflusse des Kulturlebens sich jenes „Ohrenspitzen" abgewöhnt; sie haben dadurch verkümmerte Ohrmuskeln und schlaff herabhängende Ohren bekommen.

Auch noch an andern Stellen seines Körpers besitzt der Mensch solche rudimentäre Organe, welche durchaus von keiner Bedeutung für das Leben sind

und niemals funktionieren. Eines der merkwürdigsten, obwohl unscheinbarsten Organe der Art ist die kleine halbmondförmige Falte, welche wir am inneren Winkel unseres Auges, nahe der Nasenwurzel besitzen, die sogenannte Plica semilunaris. Diese unbedeutende Hautfalte bietet für unser Auge gar keinen Nutzen; sie ist nur der ganz verkümmerte Rest eines dritten, inneren Augenlides, welches neben dem oberen und unteren Augenlide bei andern Säugetieren, bei Vögeln und Reptilien sehr entwickelt ist. Ja sogar schon unsere uralten Vorfahren aus der Silurzeit, die Urfische, scheinen dies dritte Augenlid, die sogenannte Nickhaut, besessen zu haben. Denn viele von ihren nächsten Verwandten, die in wenig veränderter Form noch heute fortleben, viele Haifische nämlich, besitzen eine sehr starke Nickhaut, und diese kann vom inneren Augenwinkel her über den ganzen Augapfel herübergezogen werden.

Zu den schlagendsten Beispielen von rudimentären Organen gehören die Augen, welche nicht sehen. Solche finden sich bei sehr vielen Tieren, welche im Dunkeln, z. B. in Höhlen, unter der Erde leben. Die Augen sind hier oft wirklich in ausgebildetem Zustande vorhanden; aber sie sind von dicker, undurchsichtiger Haut bedeckt, so daß kein Lichtstrahl in sie hineinfallen kann, mithin können sie auch niemals sehen. Solche Augen ohne Gesichtsfunktion besitzen z. B. mehrere Arten von unterirdisch lebenden Maulwürfen und Blindmäusen, von Schlangen und Eidechsen, von Amphibien und Fischen; ferner zahlreiche wirbellose Tiere, die im Dunkeln ihr Leben zubringen: viele Käfer, Krebstiere, Schnecken, Würmer usw.

Eine Fülle der interessantesten Beispiele von rudimentären Organen liefert die vergleichende Osteologie oder Skelettlehre der Wirbeltiere, einer der anziehendsten Zweige der vergleichenden Anatomie. Bei den allermeisten Wirbeltieren finden wir zwei Paar Gliedmaßen am Rumpf, ein Paar Vorderbeine und ein Paar Hinterbeine. Sehr häufig ist jedoch

das eine oder das andere Paar derselben verkümmert, seltener beide, wie bei den Schlangen und einigen aalartigen Fischen. Aber einige Schlangen, z. B. die Riesenschlangen (Boa, Python) haben hinten noch einige unnütze Knochenstückchen im Leibe, welche die Reste der verloren gegangenen Hinterbeine sind. Ebenso haben die walfischartigen Säugetiere (Cetaceen), welche nur entwickelte Vorderbeine (Brustflossen) besitzen, hinten im Fleische noch ein Paar ganz überflüssige Knochen, die Überbleibsel der verkümmerten Hinterbeine. Dasselbe gilt von vielen echten Fischen, bei denen in gleicher Weise die Hinterbeine (Bauchflossen) verloren gegangen sind. Umgekehrt besitzen unsere Blindschleichen (Anguis) und einige andere Eidechsen inwendig ein vollständiges Schultergerüst, obwohl die Vorderbeine, zu deren Befestigung dasselbe dient, nicht mehr vorhanden sind. Ferner finden sich bei verschiedenen Wirbeltieren die einzelnen Knochen der beiden Beinpaare in allen verschiedenen Stufen der Verkümmerung, und oft sind die rückgebildeten Knochen und die zugehörigen Muskeln stückweise erhalten, ohne doch irgendwie eine Verrichtung ausführen zu können. Das Instrument ist wohl noch da, aber es kann nicht mehr spielen.

Fast ganz allgemein finden Sie ferner rudimentäre Organe in den Pflanzenblüten vor, indem der eine oder der andere Teil der männlichen Fortpflanzungsorgane (der Staubfäden und Staubbeutel) oder der weiblichen Fortpflanzungsorgane (Griffel, Fruchtknoten usw.) mehr oder weniger verkümmert oder „fehlgeschlagen“ (abortiert) ist. Auch hier können Sie bei verschiedenen, nahe verwandten Pflanzenarten das Organ in allen Graden der Rückbildung verfolgen. So z. B. ist die große natürliche Familie der lippenblütigen Pflanzen (Labiaten), zu welcher Melisse, Pfefferminze, Majoran, Gundelrebe, Thymian usw. gehören, dadurch ausgezeichnet, daß die rachenförmige zweilippige Blumenkrone zwei lange und zwei kurze Staubfäden enthält. Allein bei vielen

einzelnen Pflanzen dieser Familie, z. B. bei verschiedenen Salbeiarten und beim Rosmarin, ist nur das eine Paar der Staubfäden ausgebildet, und das andere Paar ist mehr oder weniger verkümmert, oft ganz verschwunden. Bisweilen sind die Staubfäden vorhanden, aber ohne Staubbeutel, so daß sie keinen Nutzen haben können. Seltener findet sich sogar noch das Rudiment oder der verkümmerte Rest eines fünften Staubfadens, ein physiologisch (für die Lebensverrichtung) ganz nutzloses, aber morphologisch (für die Erkenntnis der Form und der natürlichen Verwandtschaft) äußerst wertvolles Organ. In meiner Generellen Morphologie der Organismen habe ich in dem Abschnitt von der „Unzweckmäßigkeitslehre oder Dysteleologie" noch eine große Anzahl von andern Beispielen angeführt.

Keine biologische Erscheinung hat wohl jemals die Zoologen und Botaniker in größere Verlegenheit versetzt als diese rudimentären oder abortiven (verkümmerten) Organe. Es sind Werkzeuge außer Dienst, Körperteile, welche da sind, ohne etwas zu leisten, zweckmäßig eingerichtet, ohne ihren Zweck in Wirklichkeit zu erfüllen. Wenn man die Versuche früherer Naturforscher zur Erklärung dieses Rätsels betrachtet, kann man sich in der Tat kaum eines Lächelns über ihre seltsamen Vorstellungen erwehren. Außerstande, eine wirkliche Erklärung zu finden, kamen einige z. B. zu dem Endresultate, daß der Schöpfer „der Symmetrie wegen" diese Organe angelegt habe. Nach der Meinung anderer mußte es dem Schöpfer unpassend oder unanständig erscheinen, daß diese Organe bei denjenigen Organismen, bei denen sie nicht leistungsfähig sind und ihrer ganzen Lebensweise nach nicht sein können, völlig fehlten, während die nächsten Verwandten sie besäßen; und zum Ersatz für die mangelnde Funktion verlieh er ihnen wenigstens die äußere Ausstattung der leeren Form. Sind doch auch die uniformierten Zivilbeamten bei Hofe oft mit einem unschuldigen Degen ausgestattet, den sie niemals aus der Scheide ziehen. Ich glaube

aber kaum, daß Sie von einer solchen dekorativen Erklärung befriedigt sein werden.

Nun wird gerade diese allgemein verbreitete und rätselhafte Erscheinung der rudimentären Organe, an welcher alle übrigen Erklärungsversuche scheitern, vollkommen erklärt, und zwar in der einfachsten und einleuchtendsten Weise erklärt durch Darwins Theorie von der Vererbung und von der Anpassung. Wir können die wichtigsten Gesetze der Vererbung und Anpassung an den Haustieren und Kulturpflanzen, welche wir künstlich züchten, empirisch verfolgen, und es ist bereits eine Reihe solcher Gesetze festgestellt worden. Ohne jetzt auf diese einzugehen, will ich nur vorausschicken, daß einige davon auf mechanischem Wege die Entstehung der rudimentären Organe vollkommen erklären, so daß wir das Auftreten derselben als einen ganz natürlichen Prozeß ansehen müssen, bedingt durch den Nichtgebrauch der Organe. Durch Anpassung an besondere Lebensbedingungen sind die früher tätigen und wirklich arbeitenden Organe allmählich nicht mehr gebraucht worden und außer Dienst getreten. Infolge der mangelnden Übung sind sie mehr und mehr verkümmert, trotzdem aber immer noch durch Vererbung von einer Generation auf die andere übertragen worden, bis sie endlich größtenteils verschwanden. Wenn wir nun annehmen, daß alle oben angeführten Wirbeltiere von einem einzigen gemeinsamen Stammvater abstammen, welcher zwei sehende Augen und zwei wohlentwickelte Beinpaare besaß, so erklärt sich ganz einfach der verschiedene Grad der Verkümmerung und Rückbildung dieser Organe bei solchen Nachkommen desselben, welche diese Teile nicht mehr gebrauchen konnten. Ebenso erklärt sich vollständig der verschiedene Ausbildungsgrad der ursprünglich (in der Blütenknospe) angelegten fünf Staubfäden bei den Lippenblüten, wenn wir annehmen, daß alle Pflanzen dieser Familie von einem gemeinsamen, mit fünf Staubfäden ausgestatteten Stammvater abstammen.

Ich habe Ihnen die Erscheinung der rudimentären Organe schon jetzt etwas ausführlicher vorgeführt, weil dieselbe von der allergrößten allgemeinen Bedeutung ist; denn sie führt uns auf die großen, allgemeinen, tiefliegenden Grundlagen der Philosophie und der Naturwissenschaft hin, für deren Lösung die Deszendenztheorie nunmehr der unentbehrliche Leitstern geworden ist. Sobald wir nämlich, dieser Theorie entsprechend, die ausschließliche Wirksamkeit physikalisch-chemischer Ursachen ebenso in der lebenden (organischen) Körperwelt wie in der sogenannten leblosen (anorganischen) Natur anerkennen, so räumen wir damit jener Weltanschauung die ausschließliche Herrschaft ein, welche man mit dem Namen der mechanischen bezeichnen kann, im Gegensatze zu der hergebrachten teleologischen Auffassung. Wenn Sie die Weltanschauungen der verschiedenen Völker und Zeiten miteinander vergleichend zusammenstellen, können Sie dieselben schließlich alle in zwei gegenüberstehende Gruppen bringen: eine kausale oder mechanistische und eine teleologische oder vitalistische. Die letztere war in der Biologie früher fast allgemein herrschend. Man sah danach das Tierreich und das Pflanzenreich als Produkte einer zweckmäßig wirkenden schöpferischen Tätigkeit an. Bei dem Anblick jedes Organismus schien sich zunächst unabweislich die Überzeugung aufzudrängen, daß eine so künstliche Maschine, ein so verwickelter Bewegungsapparat, wie es der Organismus ist, nur durch eine zwecktätige Schöpferkraft hervorgebracht werden könne; durch eine Tätigkeit, welche analog, obwohl unendlich viel vollkommener ist als die Tätigkeit des Menschen bei der Konstruktion seiner Maschinen. Wie erhaben man auch die früheren Vorstellungen des Schöpfers und seiner schöpferischen Tätigkeit steigern, wie sehr man sie aller menschlichen Analogie entkleiden mag, so bleibt doch im letzten Grunde bei der teleologischen Naturauffassung dieser Vergleich unabweislich und notwendig. Man muß sich dann im Grunde den Schöpfer selbst als

einen Organismus vorstellen, als ein Wesen, welches ähnlich dem Menschen, wenn auch in unendlich vollkommenerer Form, über seine bildende Tätigkeit nachdenkt, den Plan der Maschinen entwirft und dann mittels Anwendung geeigneter Materialien diese Maschinen zweckentsprechend ausführt. Alle diese Vorstellungen leiden notwendig an der Grundschwäche des Anthropomorphismus oder der Vermenschlichung. Stets werden dabei, wie hoch man sich auch den Schöpfer vorstellen mag, demselben die menschlichen Eigenschaften beigelegt, einen Plan zu entwerfen und danach den Organismus zweckmäßig zu konstruieren. Das wird auch von derjenigen Schule, welche Darwins Lehre am schroffsten gegenübersteht und welche unter den Naturforschern ihren bedeutendsten Vertreter in Louis Agassiz gefunden hat, ganz klar ausgesprochen. Das berühmte Werk von Agassiz (Essay on classification), welches dem Darwinschen Werke vollkommen entgegengesetzt ist und fast gleichzeitig erschien (1858), hat ganz folgerichtig jene absurden anthropomorphischen Vorstellungen vom Schöpfer bis zum höchsten Grade ausgebildet.

Was nun überhaupt jene vielgerühmte Zweckmäßigkeit in der Natur betrifft, so ist sie nur für denjenigen vorhanden, welcher die Erscheinungen im Tier- und Pflanzenleben durchaus oberflächlich betrachtet. Schon die rudimentären Organe mußten dieser beliebten Lehre einen harten Stoß versetzen. Jeder aber, der tiefer in die Organisation und Lebensweise der verschiedenen Tiere und Pflanzen eindringt, der sich mit der Wechselwirkung der Lebenserscheinungen und der sogenannten „Ökonomie der Natur" vertrauter macht, muß sie notwendig fallen lassen. Die vielgepriesene Weisheit und Zweckmäßigkeit existiert ebensowenig als die vielgerühmte „Allgüte des Schöpfers". Diese optimistischen Anschauungen haben leider ebensowenig wirkliche Begründung als die beliebte Redensart von der „sittlichen Weltordnung", welche durch die ganze Völkergeschichte

in ironischer Weise illustriert wird. Im Mittelalter ist dafür die „sittliche" Herrschaft der christlichen Päpste und ihrer frommen, vom Blute zahlloser Menschenopfer dampfenden Inquisition nicht weniger bezeichnend als in der Gegenwart der herrschende Militarismus mit seinem „sittlichen" Apparate von Zündnadeln und andern raffinierten Mordwaffen; oder der Pauperismus als untrennbarer Anhang unserer verfeinerten Kultur.

Wenn Sie das Zusammenleben und die gegenseitigen Beziehungen der Pflanzen und der Tiere (mit Inbegriff der Menschen) näher betrachten, so finden Sie überall und zu jeder Zeit das Gegenteil von jenem gemütlichen und friedlichen Beisammensein, welches die Güte des Schöpfers den Geschöpfen hätte bereiten müssen; vielmehr sehen Sie überall einen schonungslosen, höchst erbitterten Kampf aller gegen alle. Nirgends in der Natur, wohin Sie auch Ihre Blicke lenken mögen, ist jener idyllische, von den Dichtern besungene Friede vorhanden, — vielmehr überall Kampf, Streben nach Selbsterhaltung, nach Vernichtung der direkten Gegner und nach Vernichtung des Nächsten. Leidenschaft und Selbstsucht, bewußt oder unbewußt, bleibt überall die Triebfeder des Lebens. Das bekannte Dichterwort:

„Die Natur ist vollkommen überall,
Wo der Mensch nicht hinkommt mit seiner Qual"

ist schön, aber leider nicht wahr. Vielmehr bildet auch in dieser Beziehung der Mensch keine Ausnahme von der übrigen Tierwelt. Die Betrachtungen, welche wir bei der Lehre vom „Kampf ums Dasein" anzustellen haben, werden diese Behauptung zur Genüge rechtfertigen. Darwin hat gerade dieses wichtige Verhältnis in seiner hohen und allgemeinen Bedeutung uns erst recht klar vor Augen gestellt, und derjenige Abschnitt seiner Lehre, welchen er selbst den „Kampf ums Dasein" nennt, ist einer ihrer wichtigsten Teile.

Wir müssen also jener vitalistischen oder teleolo-

gischen Betrachtung der lebendigen Natur, welche die Tier- und Pflanzenformen als Produkte eines gütigen und weisen Schöpfers oder einer zweckmäßig tätigen schöpferischen Naturkraft ansieht, durchaus entgegentreten; dagegen sind wir gezwungen, uns entschieden jede Weltanschauung anzueignen, welche man die mechanische oder kausale nennt. Man kann sie auch als die monistische oder einheitliche bezeichnen, im Gegensatze zu der zwiespältigen oder dualistischen Anschauung, welche in jener teleologischen Weltauffassung notwendig enthalten ist. Die mechanische Naturbetrachtung ist seit Jahrzehnten auf gewissen Gebieten der Naturwissenschaft so sehr eingebürgert, daß hier über die entgegengesetzte kein Wort mehr verloren wird. Es fällt keinem Physiker oder Chemiker, keinem Mineralogen oder Astronomen mehr ein, in den Erscheinungen, welche ihm auf seinem wissenschaftlichen Gebiete fortwährend vor Augen kommen, die Wirksamkeit eines zweckmäßig tätigen Schöpfers zu erblicken oder aufzusuchen. Man betrachtet jene Erscheinungen vielmehr allgemein und ohne Widerspruch als die notwendigen und unabänderlichen Wirkungen der physikalischen und chemischen Kräfte, welche an dem Stoffe oder der Materie haften; und insofern ist diese Anschauung rein „materialistisch", in einem gewissen Sinne dieses vieldeutigen Wortes. Wenn der Physiker die Bewegungserscheinungen der Elektrizität oder des Magnetismus, den Fall eines Körpers oder die Schwingungen der Lichtwellen zu erklären sucht, so ist er bei dieser Arbeit durchaus davon entfernt, das Eingreifen einer übernatürlichen schöpferischen Kraft anzunehmen. In dieser Beziehung befand sich früher die Biologie, als die Wissenschaft von den sogenannten „belebten" Naturkörpern, in vollem Gegensatze zu jenen vorher genannten anorganischen Naturwissenschaften (der Anorgologie). Zwar hat die neuere Physiologie, die Lehre von den Bewegungserscheinungen im Tier- und Pflanzenkörper, den mechanischen Standpunkt

der letzteren vollkommen angenommen; allein die Morphologie, die Wissenschaft von der Gestaltung der Tiere und Pflanzen, schien dadurch gar nicht berührt zu werden. Die Morphologen behandelten nach wie vor, im Gegensatze zu jener mechanischen Betrachtung der Leistungen, die Formen der Tiere und Pflanzen als Erscheinungen, die durchaus nicht mechanisch erklärbar seien, die vielmehr notwendig einer höheren, übernatürlichen, zweckmäßig tätigen Schöpferkraft ihren Ursprung verdanken müßten. Dabei war es ganz gleichgültig, ob man diese Schöpferkraft als persönlichen Gott anbetete, oder ob man sie Lebenskraft (vis vitalis) oder Endursache (causa finalis) nannte. In allen Fällen flüchtete man hier, um es mit einem Worte zu sagen, zum Wunder als der Erklärung. Man warf sich einer mystischen Glaubensdichtung in die Arme und verließ somit das sichere Gebiet der erfahrungsgemäßen naturwissenschaftlichen Erkenntnis.

Alles nun, was vor Darwin geschehen ist, um eine natürliche mechanische Auffassung von der Entstehung der Tier- und Pflanzenformen zu begründen, vermochte diese nicht zum Durchbruch und zu allgemeiner Anerkennung zu bringen. Dies gelang erst Darwins Lehre, und hierin liegt ein unermeßliches Verdienst derselben. Denn wir werden dadurch zu der Überzeugung von der Einheit der organischen und der anorganischen Natur geführt. Auch derjenige Teil der Naturwissenschaft, welcher bisher am längsten und am hartnäckigsten sich einer mechanischen Auffassung und Erklärung widersetzte, die Lehre vom zweckmäßigen Bau der lebendigen Formen, von der Bedeutung und Entstehung derselben wird dadurch mit allen übrigen naturwissenschaftlichen Lehren auf einen und denselben Weg der Vollendung gebracht. Die Einheit aller Naturerscheinungen wird dadurch endgültig festgestellt.

Diese Einheit der ganzen Natur, die Beseelung aller Materie, die Untrennbarkeit der geistigen Kraft und des körperlichen Stoffes hat Goethe mit den

Worten behauptet: „Die Materie kann nie ohne Geist, der Geist nie ohne Materie existieren und wirksam sein." Von den großen monistischen Philosophen aller Zeiten sind diese obersten Grundsätze der mechanischen Weltanschauung vertreten worden. Schon Demokritos von Abdera, der unsterbliche Begründer der Atomlehre, sprach dieselben fast ein halbes Jahrtausend vor Christus klar aus, ganz vorzüglich aber der erhabene Spinoza und der große Dominikanermönch Giordano Bruno. Der letztere wurde dafür am 17. Februar 1600 in Rom von der christlichen Inquisition auf dem Scheiterhaufen verbrannt, an demselben Tage, an welchem 36 Jahre früher sein großer Landsmann und Kampfgenosse Galilei geboren wurde. Auf dem Campo di Fiori in Rom, wo jener Scheiterhaufen stand, hat jetzt das freie neuerstandene Italien dem großen monistischen Märtyrer ein Denkmal errichtet (am 9. Juni 1889); ein beredtes Zeichen des gewaltigen Umschwungs der Zeit!

Durch die Deszendenztheorie wird es uns zum erstenmal möglich, die monistische Lehre von der Einheit der Natur fest zu begründen; danach bietet eine mechanisch-kausale Erklärung auch der verwickeltsten organischen Erscheinungen, z. B. der Entstehung und Einrichtung der Sinnesorgane, in der Tat nicht mehr prinzipielle Schwierigkeiten für das allgemeine Verständnis als die mechanische Erklärung irgendwelcher physikalischen Prozesse, wie z. B. der Erdbeben, des Erdmagnetismus, der Meeresströmungen usw. Wir gelangen dadurch zu der äußerst wichtigen Überzeugung, daß alle Naturkörper, die wir kennen, gleichmäßig belebt sind, daß der Gegensatz, welchen man zwischen lebendiger und toter Körperwelt aufstellte, im Grunde nicht existiert. Wenn ein Stein, frei in die Luft geworfen, nach bestimmten Gesetzen zur Erde fällt, oder wenn in einer Salzlösung sich ein Kristall bildet, oder wenn Schwefel und Quecksilber sich zu Zinnober verbinden, so sind diese Erscheinungen nicht mehr und nicht minder

mechanische Lebenserscheinungen als das Wachstum und das Blühen der Pflanzen, als die Fortpflanzung und die Sinnestätigkeit der Tiere, als die Empfindung und die Gedankenbildung des Menschen. Insbesondere ist auch das Bewußtsein des Menschen und der höheren Tiere keineswegs ein besonderes übernatürliches „Welträtsel", wie Du Bois-Reymond 1872 in seiner „Ignorabimus"-Rede irrtümlich behauptet hatte. Vielmehr beruht dasselbe ebenso auf der mechanischen Arbeit der Ganglienzellen im Gehirn wie die übrigen Seelentätigkeiten; den Beweis dafür habe ich im zehnten Kapitel meines Buches über die „Welträtsel" geführt. Die Naturkräfte treten auch im Seelenleben nur in verschiedenen Verbindungen und Formen auf, bald einfacher, bald zusammengesetzter; aber immer sind sie auch hier dem allgemeinen Substanzgesetz unterworfen. Gebundene Spannkräfte werden frei und gehen in lebendige Kräfte über, oder umgekehrt. Das große Gesetz von der Erhaltung der Kraft oder Energie (Robert Mayer 1842) und das damit verknüpfte Gesetz von der Erhaltung des Stoffes oder der Materie (Lavoisier 1789) gelten beide in gleicher Weise für alle organischen wie für alle anorganischen Naturkörper. In dieser Herstellung der einheitlichen oder monistischen Naturauffassung liegt das höchste und allgemeinste Verdienst unserer neuen, die Krone der heutigen Naturwissenschaft bildenden Entwicklungslehre.

ZWEITER VORTRAG

Wissenschaftliche Berechtigung der Deszendenztheorie.

Schöpfungsgeschichte nach Linné.

Der Wert einer jeden naturwissenschaftlichen Theorie wird sowohl durch die Anzahl und das Gewicht der zu erklärenden Gegenstände gemessen, als auch durch die Einfachheit und Allgemeinheit der bewirkenden Ursachen oder der wahren Erklärungsgründe. Je größer einerseits die Anzahl, je wichtiger die Bedeutung der durch die Theorie zu erklärenden Erscheinungen ist, und je einfacher anderseits, je allgemeiner die Ursachen sind, welche die Theorie zur Erklärung in Anspruch nimmt, desto höher ist ihr wissenschaftlicher Wert, desto sicherer bedienen wir uns ihrer Leitung, desto mehr sind wir verpflichtet zu ihrer Annahme.

Denken Sie z. B. an diejenige Theorie, welche als einer der größten Erwerbe des menschlichen Geistes gilt, an die Gravitationstheorie, welche der Engländer Newton im Jahre 1687 in seinen mathematischen Prinzipien der Naturphilosophie begründete. Hier finden Sie das zu erklärende Objekt so groß genommen als Sie es nur denken können. Er unternahm es, die Bewegungserscheinungen der Planeten und den Bau des Weltgebäudes auf mathematische Gesetze zurückzuführen. Als die höchst einfache Ursache dieser verwickelten Bewegungserscheinungen begründete Newton das Gesetz der Schwere oder der Massenanziehung, dasselbe, welches die Ursache

des Falles der Körper, der Adhäsion, der Kohäsion und vieler anderer Erscheinungen ist.

Wenn Sie nun den gleichen Maßstab an die Theorie Darwins anlegen, so müssen Sie zu dem Schluß kommen, daß diese ebenfalls zu den größten Eroberungen des menschlichen Geistes gehört, und daß sie sich unmittelbar neben die Gravitationstheorie Newtons stellen kann. Vielleicht erscheint Ihnen dieser Ausspruch übertrieben oder wenigstens sehr gewagt; ich hoffe Sie aber im Verlauf dieser Vorträge zu überzeugen, daß diese Schätzung nicht zu hoch gegriffen ist. In dem ersten Vortrage wurden bereits einige der wichtigsten und allgemeinsten Erscheinungen aus der organischen Natur namhaft gemacht, welche durch Darwins Theorie erklärt werden. Dahin gehören vor allen die Formveränderungen bei der individuellen Entwicklung der Organismen, äußerst mannigfaltige und verwickelte Erscheinungen, welche früher einer mechanischen Erklärung, d. h. einer Zurückführung auf wirkende Ursachen, die größten Schwierigkeiten in den Weg legten. Wir haben die rudimentären Organe erwähnt, jene außerordentlich merkwürdigen Einrichtungen in den Tier- und Pflanzenkörpern, welche keinen Zweck haben, welche jede teleologische, jede nach einem Endzweck des Organismus suchende Erklärung vollständig widerlegen. Es ließe sich noch eine große Anzahl von andern Erscheinungen anführen, die nicht minder wichtig sind, die früher nicht minder rätselhaft erschienen, und die in der einfachsten Weise durch die von Darwin reformierte Abstammungslehre erklärt werden. Ich erwähne vorläufig noch die Erscheinungen, welche uns die geographische Verbreitung der Tier- und Pflanzenarten auf der Oberfläche unseres Planeten, sowie die geologische Verteilung der ausgestorbenen und versteinerten Organismen in den verschiedenen Schichten der Erdrinde darbietet. Auch diese wichtigen paläontologischen und geographischen Gesetze, welche wir bisher nur als Tatsachen kannten, werden durch die Abstammungslehre

in ihren wirkenden Ursachen erkannt. Dasselbe gilt ferner von allen allgemeinen Gesetzen der vergleichenden Anatomie, insbesondere von dem großen Gesetze der Arbeitsteilung oder Sonderung (Polymorphismus oder Differenzierung). Dieses Gesetz ist ebenso in der ganzen menschlichen Gesellschaft, wie in der Organisation des einzelnen Tier- und Pflanzenkörpers die wichtigste gestaltende Ursache; dasselbe bedingt ebenso eine immer größere Mannigfaltigkeit, wie eine stetig fortschreitende Entwicklung der organischen Formen.

In gleicher Weise, wie dieses bisher nur als Tatsache erkannte Gesetz der Arbeitsteilung, wird auch das Gesetz der fortschreitenden Entwicklung oder das Gesetz des Fortschritts, welches wir ebenso in der Geschichte der Völker wie in der Geschichte der Tiere und Pflanzen überall wirken sehen, in seinem wahren Ursprung durch die Abstammungslehre erklärt. Und wenn Sie endlich Ihre Blicke auf das große Ganze der organischen Natur richten, wenn Sie vergleichend alle großen Erscheinungsgruppen dieses ungeheuren Lebensgebietes zusammenfassen, so stellt sich Ihnen dasselbe im Lichte der Deszendenztheorie nicht mehr als das künstlich ausgedachte Werk eines planmäßig bauenden Schöpfers dar, sondern als die notwendige Folge von wirkenden Ursachen, welche in der chemischen Zusammensetzung der Materie selbst und in ihren ursprünglichen physikalischen Eigenschaften liegen.

Man kann also im weitesten Umfang behaupten (und ich hoffe diese Behauptung im Verlaufe meiner Vorträge zu rechtfertigen), daß die Abstammungslehre uns zum erstenmal in die Lage versetzt, die Gesamtheit aller organischen Naturerscheinungen auf ein einziges Gesetz zurückzuführen, eine einzige wirkende Ursache für das unendlich verwickelte Getriebe dieser ganzen reichen Erscheinungswelt aufzufinden. In dieser Beziehung stellt sie sich ebenbürtig Newtons Gravitationstheorie an die Seite; ja sie erhebt sich vielleicht noch über dieselbe!

Aber auch die Erklärungsgründe sind hier nicht minder einfach wie dort. Es sind nicht neue, bisher unbekannte Eigenschaften des Stoffes, welche Darwin zur Erklärung dieser höchst verwickelten Erscheinungswelt herbeizieht; es sind nicht etwa Entdeckungen neuer Verbindungsverhältnisse der Materie oder neuer Organisationskräfte derselben; sondern es ist lediglich die außerordentlich geistvolle Verknüpfung, die synthetische Zusammenfassung und denkende Vergleichung einer Anzahl längst bekannter Tatsachen, durch welche er das „heilige Rätsel" der lebendigen Formenwelt löst. Die erste Rolle spielt dabei die Erwägung der Wechselbeziehungen, welche zwischen zwei allgemeinen Lebenstätigkeiten der Organismen bestehen, den Funktionen der Vererbung und der Anpassung. Lediglich durch Erwägung des innigen Wechselverhältnisses zwischen diesen beiden Lebenstätigkeiten oder physiologischen Funktionen der Organismen, sowie ferner durch Erwägung der gegenseitigen Beziehungen, welche alle an einem und demselben Orte zusammenlebenden Tiere und Pflanzen notwendig zueinander besitzen — lediglich durch richtige Würdigung dieser einfachen Tatsachen und durch die geschickte Verbindung derselben ist es Darwin möglich geworden, in denselben die wahren wirkenden Ursachen (causae efficientes) für die unendlich verwickelten Gestaltungen der organischen Natur zu finden.

Wir sind nun verpflichtet, diese Theorie auf jeden Fall anzunehmen und so lange zu behaupten, bis sich eine bessere findet, die es unternimmt, die gleiche Fülle von Tatsachen ebenso einfach zu erklären. Bisher entbehrten wir einer solchen Theorie vollständig. Zwar war der Grundgedanke nicht neu, daß alle verschiedenen Tier- und Pflanzenformen von einigen wenigen oder sogar von einer einzigen höchst einfachen Grundform abstammen müssen. Dieser Gedanke war längst ausgesprochen und zuerst von dem großen Lamarck im Anfang des 19. Jahrhunderts bestimmt formuliert worden. Allein

Lamarck sprach doch eigentlich bloß die Hypothese der gemeinsamen Abstammung aus, ohne sie durch Erläuterung der wirkenden Ursachen genügend zu begründen. Und gerade in dem Nachweis dieser Ursachen liegt der außerordentliche Fortschritt, welchen Darwin über Lamarcks Theorie hinaus getan hat. Er fand in der physiologischen Vererbungs- und Anpassungsfähigkeit der organischen Materie die wahre Ursache jenes genealogischen Verhältnisses auf. Auch konnte der geistvolle Lamarck noch nicht über das gewaltige Material biologischer Tatsachen gebieten, welches erst durch die emsigen zoologischen und botanischen Forschungen der folgenden fünfzig Jahre angesammelt und von Darwin zu einem überwältigenden Beweisapparat verwertet wurde.

Die Theorie Darwins ist also nicht, wie seine Gegner häufig behaupten, eine beliebige, aus der Luft gegriffene, bodenlose Hypothese. Es liegt nicht im Belieben der einzelnen Zoologen und Botaniker, ob sie dieselbe als erklärende Theorie annehmen wollen oder nicht. Vielmehr sind sie dazu gezwungen und verpflichtet nach dem allgemeinen, in den Naturwissenschaften überhaupt gültigen Grundsatze, daß wir zur Erklärung der Erscheinungen jede mit den wirklichen Tatsachen vereinbarte, wenn auch nur schwach begründete Theorie so lange annehmen und beibehalten müssen, bis sie durch eine bessere ersetzt wird. Wenn wir dies nicht tun, so verzichten wir auf eine wissenschaftliche Erklärung der Erscheinungen, und das ist in der Tat der Standpunkt, den viele noch gegenwärtig einnehmen. Sie betrachten das ganze Gebiet der belebten Natur als ein vollkommenes Rätsel und halten die Entstehung der Tier- und Pflanzenarten, die Erscheinungen ihrer Entwicklung und Verwandtschaft für ganz unerklärlich, für ein Wunder; sie wollen von einem wahren kausalen Verständnis derselben überhaupt nichts wissen.

Diejenigen Gegner Darwins, welche nicht geradezu in dieser Weise auf eine biologische Erklärung

verzichten wollen, pflegen freilich zu sagen: „Darwins Lehre von dem gemeinschaftlichen Ursprung der verschiedenartigen Organismen ist nur eine Hypothese; wir stellen ihr eine andere entgegen, die Hypothese, daß die einzelnen Tier- und Pflanzenarten nicht durch Abstammung sich auseinander entwickelt haben, sondern daß sie unabhängig voneinander durch ein noch unentdecktes Naturgesetz entstanden sind." So lange aber nicht gezeigt wird, wie diese Entstehung zu denken ist und was das für ein „Naturgesetz" ist, so lange nicht einmal wahrscheinliche Erklärungsgründe geltend gemacht werden können, welche für eine unabhängige Entstehung der Tier- und Pflanzenarten sprechen, so lange ist diese Gegenhypothese in der Tat keine Hypothese, sondern eine leere, nichtssagende Redensart. Auch verdient Darwins Theorie nicht den Namen einer Hypothese. Denn eine wissenschaftliche Hypothese ist eine Annahme, welche sich auf unbekannte, bisher noch nicht durch die sinnliche Erfahrung wahrgenommene Eigenschaften oder Bewegungserscheinungen der Naturkörper stützt. Darwins Lehre aber nimmt keine derartigen unbekannten Verhältnisse an; sie gründet sich auf längst anerkannte allgemeine Eigenschaften der Organismen. Aber die außerordentlich geistvolle, umfassende Verbindung einer Menge bisher vereinzelt dagestandener Erscheinungen verleiht dieser Theorie ihren hohen inneren Wert. Mit ihrer Hilfe vermögen wir für die Gesamtheit aller uns bekannten morphologischen Erscheinungen in der Tier- und Pflanzenwelt eine bewirkende Ursache nachzuweisen; und zwar ist diese wahre Ursache immer ein und dieselbe, nämlich die Wechselwirkung der Anpassung und Vererbung. Diese ist aber ein physiologisches Verhältnis und als solches durch physikalisch-chemische oder mechanische Ursachen bedingt. Aus diesen Gründen ist die Annahme der durch Darwin mechanisch begründeten Abstammungslehre für die gesamte Zoologie und Botanik eine zwingende und unabweisbare Notwendigkeit.

Da nach meiner Ansicht also die unermeßliche Bedeutung unserer neuen Entwicklungslehre darin liegt, daß sie die bisher nicht erklärten organischen Formerscheinungen mechanisch erklärt, so ist es wohl notwendig, hier gleich noch ein Wort über den vieldeutigen Begriff der Erklärung einzuschalten. Häufig wird dem Transformismus entgegengehalten, daß er allerdings jene Erscheinungen durch die Vererbung und Anpassung vollkommen erkläre, daß dadurch aber nicht diese Eigenschaften der organischen Materie selbst erklärt werden, daß wir nicht zu den letzten Gründen gelangen. Dieser Einwurf ist ganz richtig; allein er gilt in dieser Weise von allen Erscheinungen. Wir gelangen nirgends zu einer Erkenntnis der letzten Gründe. Die Entstehung jedes einfachen Salzkristalles, den wir beim Abdampfen einer Mutterlauge erhalten, ist uns im letzten Grunde nicht minder rätselhaft und an sich nicht minder unbegreiflich als die Entstehung jedes Tieres, das sich aus einer einfachen Eizelle entwickelt. Bei Erklärung der einfachsten physikalischen oder chemischen Erscheinungen, z. B. des Falles eines Steins oder der Bildung einer chemischen Verbindung, gelangen wir durch Auffindung der wirkenden Ursachen, z. B. der Schwerkraft oder der chemischen Verwandtschaft, zu andern weiter zurückliegenden Erscheinungen, die an und für sich Rätsel sind. Das liegt in der Beschränktheit oder Relativität unseres Erkenntnisvermögens. Wir dürfen niemals vergessen, daß die menschliche Erkenntnisfähigkeit allerdings absolut beschränkt ist und nur eine relative Ausdehnung besitzt. Sie ist zunächst schon beschränkt durch die Beschaffenheit unserer Sinne und unseres Gehirns.

Ursprünglich stammt alle Erkenntnis aus der sinnlichen Wahrnehmung. Man führt wohl dieser gegenüber die angeborene, a priori gegebene Erkenntnis des Menschen an; indessen können wir mit Hilfe der Deszendenztheorie nachweisen, daß die sogenannten apriorischen Erkenntnisse anfänglich a posteriori er-

worben, in ihren letzten Gründen durch Erfahrung bedingt sind. Erkenntnisse, welche ursprünglich auf rein sinnlichen Wahrnehmungen beruhen, welche aber dann eine Reihe von Generationen hindurch erhalten und vererbt werden, treten bei den jüngeren Generationen angeboren auf; ebenso wie die sogenannten Instinkte der Tiere. Von unseren uralten tierischen Voreltern sind alle sogenannten „Erkenntnisse a priori" ursprünglich a posteriori erfaßt worden und erst durch Vererbung allmählich zu apriorischen geworden; sie beruhen in letzter Instanz auf Erfahrungen. Die Gesetze der Vererbung und Anpassung erklären uns, wie die Erkenntnisse a priori ursprünglich aus Erkenntnissen a posteriori sich entwickelt haben. Die sinnliche Erfahrung ist die ursprüngliche Quelle aller Erkenntnisse. Schon aus diesem Grunde bleibt alle unsere Wissenschaft beschränkt, und niemals vermögen wir die letzten Gründe irgendeiner Erscheinung zu erfassen. Die Kristallisationskraft, die Schwerkraft und die chemische Verwandtschaft bleiben uns an und für sich ebenso unbegreiflich wie die Anpassung und die Vererbung, wie der Wille und das Bewußtsein.

Wenn uns nun die heutige Deszendenztheorie die Gesamtheit aller vorhin zusammengefaßten Erscheinungen aus einem einzigen Gesichtspunkt erklärt, wenn sie eine und dieselbe Beschaffenheit des Organismus als die wirkende Ursache nachweist, so leistet sie vorläufig alles, was wir verlangen können. Außerdem läßt sich aber auch mit gutem Grunde hoffen, daß wir die letzten, von Darwin gefundenen Ursachen, nämlich die Eigenschaften der Erblichkeit und der Anpassungsfähigkeit, noch weiter werden erklären lernen; daß wir z. B. dahin gelangen werden, die Molekularverhältnisse in der Zusammensetzung der Eiweißstoffe als die weiter zurückliegenden einfachen Gründe jener Erscheinungen aufzudecken. Freilich ist in der nächsten Zukunft hierzu noch keine Aussicht, und wir begnügen uns vorläufig mit jener Zurückführung, wie wir uns in der

Newtonschen Theorie mit der Zurückführung der Planetenbewegungen auf die Schwerkraft begnügen. Die Schwerkraft selbst ist uns ebenfalls ein Rätsel, an sich nicht erkennbar.

Bevor wir nun an unsere Hauptaufgabe, an die eingehende Erörterung der Abstammungslehre und der aus ihr sich ergebenden Folgerungen herantreten, lassen Sie uns einen geschichtlichen Rückblick auf die wichtigsten und verbreitetsten von denjenigen Ansichten werfen, welche sich die Menschen vor Darwin über die organische Schöpfung, über die Entstehung der mannigfaltigen Tier- und Pflanzenarten gebildet hatten. Es liegt dabei keineswegs in meiner Absicht, Sie mit einem vergleichenden Überblick über alle die zahlreichen Schöpfungsdichtungen der verschiedenen Völker zu unterhalten. So interessant und lohnend diese Aufgabe sowohl in ethnographischer als in kulturhistorischer Beziehung auch wäre, so würde uns dieselbe doch hier viel zu weit führen. Auch trägt die übergroße Mehrzahl aller dieser Schöpfungssagen zu sehr das Gepräge willkürlicher Dichtung und des Mangels eingehender Naturbetrachtung, als daß dieselben für eine naturwissenschaftliche Behandlung der Schöpfungsgeschichte von Interesse wären. Ich werde daher von den nicht wissenschaftlich begründeten Schöpfungsgeschichten bloß die mosaische hervorheben, wegen des beispiellosen Einflusses, den diese morgenländische Sage in der abendländischen Kulturwelt gewonnen hat. Dann werde ich sogleich zu den wissenschaftlich formulierten Schöpfungshypothesen übergehen, welche erst nach Beginn des achtzehnten Jahrhunderts mit Linné ihren Anfang nahmen.

Alle verschiedenen Vorstellungen, welche sich die Menschen jemals von der Entstehung der verschiedenen Tier- und Pflanzenarten gemacht haben, lassen sich füglich in zwei entgegengesetzte Gruppen bringen, in natürliche und übernatürliche Schöpfungsgeschichten.

Diese beiden Gruppen entsprechen im großen und

ganzen den beiden verschiedenen Hauptformen der menschlichen Weltanschauung, welche wir vorher als monistische (einheitliche) und dualistische (zwiespältige) Naturauffassung gegenübergestellt haben. Die gewöhnliche dualistische oder teleologische (vitale) Weltanschauung muß die organische Natur als das zweckmäßig ausgeführte Produkt eines planvoll wirkenden Schöpfers ansehen. Sie muß in jeder einzelnen Tier- und Pflanzenart einen „verkörperten Schöpfungsgedanken" erblicken, den materiellen Ausdruck einer zweckmäßig tätigen Endursache oder einer zwecktätigen Ursache (causa finalis). Sie muß notwendig übernatürliche (nicht mechanische) Vorgänge für die Entstehung der Organismen in Anspruch nehmen. Wir dürfen sie daher mit Recht als übernatürliche Schöpfungsgeschichte bezeichnen. Von allen hierher gehörigen teleologischen Schöpfungsgeschichten gewann diejenige des Moses den größten Einfluß, da sie durch so bedeutende Naturforscher wie Linné selbst in der Naturwissenschaft allgemeinen Eingang fand. Auch die Schöpfungsansichten von Cuvier und Agassiz und überhaupt von den meisten älteren Naturforschern (neuerdings Reinke) gehören in diese dualistische Gruppe.

Die von Darwin ausgebildete Entwicklungstheorie dagegen, welche wir hier als natürliche Schöpfungsgeschichte zu behandeln haben und welche bereits von Goethe und Lamarck angebahnt wurde, muß bei folgerichtiger Durchführung schließlich notwendig zu der monistischen oder mechanistischen (kausalen) Weltanschauung hinleiten. Im Gegensatze zu jener dualistischen oder teleologischen Naturauffassung betrachtet dieselbe die Formen der organischen Naturkörper ebenso wie diejenigen der anorganischen als die notwendigen Produkte natürlicher Kräfte. Sie erblickt in den einzelnen Tier- und Pflanzenarten nicht verkörperte Gedanken eines persönlichen Schöpfers, sondern den zeitweiligen Ausdruck eines mechanischen Entwicklungsganges der Materie, den Ausdruck einer notwendig wirkenden Ursache oder einer

mechanischen Ursache (causa efficiens). Wo der teleologische Dualismus in den Schöpfungswundern die willkürlichen Einfälle eines launenhaften Schöpfers aufsucht, da findet der kausale Monismus in den Entwicklungsprozessen die notwendigen Wirkungen ewiger und unabänderlicher Naturgesetze.

Man hat diesen hier von uns vertretenen Monismus auch oft für identisch mit dem Materialismus erklärt. Da man demgemäß auch den Darwinismus und überhaupt die ganze Entwicklungstheorie als „materialistisch" bezeichnet hat, so kann ich nicht umhin, schon hier mich von vornherein gegen die Zweideutigkeit dieser Bezeichnung und gegen die Arglist, mit welcher dieselbe von mehreren Seiten zur Entstellung unserer Lehre benutzt wird, ausdrücklich zu verwahren.

Unter dem Stichwort „Materialismus" werden sehr allgemein zwei gänzlich verschiedene Dinge miteinander verwechselt und vermengt, die im Grunde gar nichts miteinander zu tun haben, nämlich der naturwissenschaftliche und der sittliche Materialismus. Der sogenannte naturwissenschaftliche Materialismus ist in gewissem Sinne mit unserm Monismus identisch. Denn er behauptet im Grunde weiter nichts, als daß alles in der Welt mit natürlichen Dingen zugeht, daß jede Wirkung ihre Ursache und jede Ursache ihre Wirkung hat. Er stellt also über die Gesamtheit aller uns erkennbaren Erscheinungen das mechanische Kausalgesetz oder das Gesetz von dem notwendigen Zusammenhang von Ursache und Wirkung. Dagegen verwirft er entschieden jeden Wunderglauben und jede wie immer geartete Vorstellung von übernatürlichen Vorgängen. Für ihn gibt es daher eigentlich in dem ganzen Gebiete menschlicher Erkenntnis nirgends mehr eine wahre Metaphysik, sondern überall nur Physik. Für ihn ist der unzertrennliche Zusammenhang von Stoff, Form und Kraft selbstverständlich. Dieser wissenschaftliche Materialismus ist auf dem ganzen großen Gebiete der anorganischen Naturwissenschaft, in der Physik und Chemie, in der

Mineralogie und Geologie, längst so allgemein anerkannt, daß kein Mensch mehr seine alleinige Berechtigung in Zweifel zieht.

Ganz anders verhält es sich in der Biologie, in der organischen Naturwissenschaft, wo man die Geltung desselben noch fortwährend von vielen Seiten her bestreitet, ihm aber nichts anderes als das metaphysische Gespenst der Lebenskraft oder gar nur theologische Dogmen entgegenhalten kann. Wenn wir nun aber den Beweis führen können, daß die ganze erkennbare Natur nur eine ist, daß dieselben „ewigen, ehernen, großen Gesetze" in dem Leben der Tiere und Pflanzen wie in dem Wachstum der Kristalle und in der Triebkraft des Wasserdampfes tätig sind, so werden wir auch auf dem gesamten Gebiete der Biologie, in der Zoologie wie in der Botanik, überall mit demselben Rechte den monistischen oder mechanischen Standpunkt festhalten, mag man denselben nun als „Materialismus" verdächtigen oder nicht. In diesem Sinne ist die ganze exakte Naturwissenschaft und an ihrer Spitze das Kausalgesetz rein „materialistisch". Man könnte sie aber mit demselben Rechte auch rein „spiritualistisch" nennen, wenn man nur konsequent die einheitliche Betrachtung für alle Erscheinungen ohne Ausnahme durchführt. Denn eben durch diese konsequente Einheit gestaltet sich unser heutiger Monismus zur Versöhnung von Idealismus und Realismus, zur Ausgleichung des einseitigen Spiritualismus und Materialismus.

Ganz etwas anderes als dieser naturwissenschaftliche ist der sittliche oder ethische Materialismus, der mit dem ersteren gar nichts gemein hat. Dieser „eigentliche" Materialismus verfolgt in seiner praktischen Lebensrichtung kein anderes Ziel als den möglichst raffinierten Sinnengenuß. Er schwelgt in dem traurigen Wahne, daß der rein sinnliche Genuß dem Menschen wahre Befriedigung geben könne, und indem er diese in keiner Form der Sinnenlust finden kann, stürzt er sich schmachtend von einer

zur andern. Die tiefe Wahrheit, daß der eigentliche Wert des Lebens nicht im materiellen Genusse, sondern in der sittlichen Tat, und daß die wahre Glückseligkeit nicht in äußeren Glücksgütern, sondern nur in tugendhaftem Lebenswandel beruht, bleibt jenem ethischen Materialismus unbekannt. Daher sucht man denselben auch vergebens bei solchen Naturforschern und Philosophen, deren höchster Genuß der geistige Naturgenuß und deren höchstes Ziel die Erkenntnis der Naturgesetze ist. Diesen Materialismus muß man in den Palästen der Kirchenfürsten und bei allen jenen Heuchlern suchen, welche unter der äußeren Maske frommer Gottesverehrung nur hierarchische Tyrannei und materielle Ausbeutung ihrer Mitmenschen erstreben. Stumpf für den unendlichen Adel der sogenannten „rohen Materie" und der aus ihr entspringenden herrlichen Erscheinungswelt, unempfindlich für die unerschöpflichen Reize der Natur, wie ohne Kenntnis von ihren Gesetzen, verketzern dieselben die ganze Naturwissenschaft und die aus ihr entspringende Bildung als sündlichen Materialismus, während sie selbst dem letzteren in der widerlichsten Gestalt frönen. Nicht allein die ganze Geschichte der „unfehlbaren" Päpste mit ihrer endlosen Kette von greulichen Verbrechen, sondern auch die widerwärtige Sittengeschichte der Orthodoxie in allen Religionsformen liefert hierfür genügende Beweise.

Um nun in Zukunft die übliche Verwechslung dieses ganz verwerflichen sittlichen Materialismus mit unserem naturphilosophischen Materialismus zu vermeiden, und um überhaupt das einseitige Mißverständnis des letzteren zu beseitigen, halten wir es für nötig, denselben entweder Monismus oder Kausalismus zu nennen. Das Prinzip dieses Monismus ist dasselbe, was Kant das „Prinzip des Mechanismus" nennt; und Kant erklärt ausdrücklich, daß es ohne dasselbe überhaupt keine Naturwissenschaft geben könne. Dieses Prinzip ist von unserer „natürlichen Schöpfungsgeschichte" ganz untrennbar und kennzeichnet dieselbe gegenüber dem teleologischen und

mystischen Wunderglauben der übernatürlichen Schöpfungsgeschichte.

Lassen Sie uns nun zunächst einen Blick auf die wichtigste von allen übernatürlichen Schöpfungsgeschichten werfen, diejenige des Moses, wie sie uns durch die alte Geschichts- und Gesetzesurkunde des jüdischen Volkes, durch die Bibel, überliefert worden ist. Bekanntlich ist die mosaische Schöpfungsgeschichte, wie sie im ersten Kapitel der Genesis den Eingang zum alten Testament bildet, in der ganzen jüdischen und christlichen Kulturwelt bis auf den heutigen Tag fast allgemein in Geltung geblieben. Dieser außerordentliche Erfolg erklärt sich nicht allein aus der engen Verbindung derselben mit den jüdischen und christlichen Glaubenslehren, sondern auch aus dem einfachen und natürlichen Ideengang, welcher dieselbe durchzieht, und welcher vorteilhaft gegen die bunte Schöpfungsmythologie der meisten andern Völker des Altertums absticht. Zuerst schafft Gott der Herr die Erde als anorganischen Weltkörper. Dann scheidet er Licht und Finsternis, darauf Wasser und Festland. Nun erst ist die Erde für Organismen bewohnbar geworden, und es werden zunächst die Pflanzen, später erst die Tiere erschaffen, und zwar von den letzteren zuerst die Bewohner des Wassers und der Luft, später erst die Bewohner des Festlandes. Endlich zuletzt von allen Organismen schafft Gott den Menschen, sich selbst zum Ebenbilde und zum Beherrscher der Erde.

Zwei große und wichtige Grundgedanken der natürlichen Entwicklungslehre treten uns in dieser Schöpfungshypothese des Moses mit überraschender Klarheit und Einfachheit entgegen, der Gedanke der Sonderung oder Differenzierung, und der Gedanke der fortschreitenden Entwicklung oder Vervollkommnung. Freilich betrachtete Moses diese großen Gesetze der organischen Entwicklung, die wir später als notwendige Folgerungen der Abstammungslehre nachweisen werden, als die unmittelbare Bildungstätigkeit eines gestaltenden Schöpfers; aber man

kann doch darin den erhabeneren Gedanken einer fortschreitenden Entwicklung und Differenzierung der ursprünglich einfachen Materie finden. Wir können daher dem großartigen Naturverständnis des jüdischen Gesetzgebers und der einfach natürlichen Fassung seiner Schöpfungshypothese unsere gerechte und aufrichtige Bewunderung zollen, ohne darin eine sogenannte „göttliche Offenbarung" zu erblicken. Daß sie dies nicht sein kann, geht einfach schon daraus hervor, daß darin zwei große Grundirrtümer behauptet werden, nämlich erstens der geozentrische Irrtum, daß die Erde der feste Mittelpunkt der ganzen Welt sei, um welchen sich Sonne, Mond und Sterne bewegen; und zweitens der anthropozentrische Irrtum, daß der Mensch das vorbedachte Endziel der irdischen Schöpfung, und nur für seinen Dienst die ganze übrige Natur geschaffen sei. Der erstere Irrtum wurde durch Kopernikus' Weltsystem im Beginn des sechzehnten, der letztere durch Lamarcks Abstammungslehre im Beginn des neunzehnten Jahrhunderts vernichtet.

Trotzdem durch Kopernikus bereits der geozentrische Irrtum der mosaischen Schöpfungsgeschichte nachgewiesen und damit die Autorität derselben als einer absolut vollkommenen göttlichen Offenbarung aufgehoben wurde, erhielt sich dieselbe dennoch bis auf den heutigen Tag in solchem Ansehen, daß sie in weiten Kreisen das Haupthindernis für die Annahme einer natürlichen Entwicklungstheorie bildet. Bekanntlich haben selbst viele Naturforscher noch im letzten Jahrhundert versucht, dieselbe mit den Ergebnissen der neueren Naturwissenschaft, insbesondere der Geologie, in Einklang zu bringen; so hat man z. B. die sieben Schöpfungstage des Moses als sieben große geologische Perioden gedeutet. Indessen sind alle diese künstlichen Deutungsversuche so vollkommen verfehlt, daß sie hier keiner Widerlegung bedürfen. Die Bibel ist kein naturwissenschaftliches Werk, sondern eine Geschichts-, Gesetzes- und Religions-Urkunde des jüdischen Volkes; ihr hoher kul-

turgeschichtlicher Wert wird dadurch nicht geschmälert, daß sie in allen naturwissenschaftlichen Fragen ohne jede maßgebende Bedeutung und voll von groben Irrtümern ist.

Wir können nun einen großen Sprung von mehr als drei Jahrtausenden machen, von Moses, welcher ungefähr um das Jahr 1480 vor Christus starb, bis auf Linné, welcher 1707 nach Christus geboren wurde. Während dieses ganzen Zeitraums wurde keine Schöpfungsgeschichte aufgestellt, welche eine bleibende Bedeutung gewann, oder deren nähere Betrachtung an diesem Orte von Interesse wäre. Insbesondere während der letzten 1500 Jahre, als das Christentum die Weltherrschaft gewann, blieb die mit dessen Glaubenslehren verknüpfte mosaische Schöpfungsgeschichte so allgemein herrschend, daß erst das neunzehnte Jahrhundert sich entschieden dagegen aufzulehnen wagte. Selbst der große schwedische Naturforscher Linné, der Begründer der neueren Naturgeschichte, schloß sich in seinem Natursystem auf das engste an die Schöpfungsgeschichte des Moses an.

Der außerordentliche Fortschritt, welchen Karl Linné in den sogenannten beschreibenden Naturwissenschaften tat, besteht bekanntlich in der Aufstellung eines Systems der Tier- und Pflanzenarten; er führte dasselbe in so folgerichtiger und logisch vollendeter Form durch, daß es bis auf den heutigen Tag in vielen Beziehungen die Richtschnur für alle folgenden, mit den Formen der Tiere und Pflanzen sich beschäftigenden Naturforscher geblieben ist. Obgleich das „Systema naturae" von Linné (1735 erschienen) ein künstliches war, obgleich er für die Klassifikation der Tier- und Pflanzenarten nur einzelne Merkmale als Einteilungsgrundlagen anwendete, hat dennoch dieses System sich den größten Erfolg errungen; erstens durch seine konsequente Durchführung und zweitens durch seine ungemein wichtig gewordene Benennungsweise der Naturkörper; auf letztere müssen wir hier notwendig einen Blick werfen. Nachdem man nämlich vor Linné sich vergeblich

abgemüht hatte, in das unendliche Chaos der schon damals bekannten verschiedenen Tier- und Pflanzenformen durch irgendeine passende Namengebung und Zusammenstellung Licht zu bringen, gelang es Linné durch Aufstellung der sogenannten „binären Nomenklatur", mit einem glücklichen Griff diese wichtige und schwierige Aufgabe zu lösen. Die binäre Nomenklatur oder die zweifache Benennung, wie sie Linné zuerst aufstellte, wird noch heutigentags ganz allgemein von allen Zoologen und Botanikern angewendet und wird sich unzweifelhaft sehr lange noch in gleicher Geltung erhalten. Sie besteht darin, daß jede Tier- und Pflanzenform mit zwei Namen bezeichnet wird, welche sich ähnlich verhalten wie Tauf- und Familiennamen der menschlichen Individuen. Der besondere Name, welcher dem menschlichen Taufnamen entspricht, drückt den Begriff der Art (Spezies) aus; er dient zur gemeinschaftlichen Bezeichnung aller tierischen oder pflanzlichen Einzelwesen, welche in allen wesentlichen Formeigenschaften sich gleich sind und sich nur durch ganz untergeordnete Merkmale unterscheiden. Der allgemeinere Name dagegen, welcher dem menschlichen Familiennamen entspricht, drückt den Begriff der Gattung (Genus) aus, er dient zur gemeinschaftlichen Bezeichnung aller nächst ähnlichen Arten oder Spezies. Der allgemeinere, umfassende Genusname wird nach Linnés allgemein gültiger Benennungsweise vorangesetzt; der besondere, untergeordnete Speziesname folgt ihm nach. So z. B. heißt die Hauskatze Felis domestica, die wilde Katze Felis catus, der Panther Felis pardus, der Jaguar Felis onca, der Tiger Felis tigris, der Löwe Felis leo; alle sechs Raubtierarten sind verschiedene Spezies eines und desselben Genus: Felis. Oder, um ein Beispiel aus der Pflanzenwelt hinzuzufügen, so heißt nach Linnés Benennung die Fichte Pinus abies, die Tanne Pinus picea, die Lärche Pinus larix, die Pinie Pinus pinea, die Zirbelkiefer Pinus cembra, die Zeder Pinus cedrus, die gewöhnliche Kiefer Pinus silvestris; alle sieben Nadel-

holzarten sind verschiedene Spezies eines und desselben Genus: Pinus.

Vielleicht scheint Ihnen dieser von Linné herbeigeführte Fortschritt in der praktischen Unterscheidung und Benennung der vielgestaltigen Organismen nur von untergeordneter Wichtigkeit zu sein. Allein in Wirklichkeit war er von der allergrößten Bedeutung, und zwar sowohl in praktischer als in theoretischer Beziehung. Denn es wurde nun erst möglich, die Unmasse der verschiedenartigen organischen Formen nach dem größeren oder geringeren Grade ihrer Ähnlichkeit zusammenzustellen und übersichtlich in dem Fachwerk des Systems zu ordnen. Die Registratur dieses Fachwerks machte Linné dadurch noch übersichtlicher, daß er die nächstähnlichen Gattungen (Genera) in sogenannten Ordnungen (Ordines) zusammenstellte und daß er die nächstähnlichen Ordnungen in noch umfassenderen Hauptabteilungen, den Klassen (Classes), vereinigte. Es zerfiel also zunächst jedes der beiden organischen Reiche nach Linné in eine geringe Anzahl von Klassen; das Pflanzenreich in 24 Klassen, das Tierreich in 6 Klassen. Jede Klasse enthielt wieder mehrere Ordnungen. Jede einzelne Ordnung konnte eine Mehrzahl von Gattungen und jede einzelne Gattung wiederum mehrere Arten enthalten.

Der praktische Nutzen, welchen Linnés binäre Nomenklatur sofort für eine übersichtliche systematische Unterscheidung, Benennung, Anordnung und Einteilung der organischen Formenwelt hatte, war unschätzbar; nicht minder bedeutungsvoll aber war der unberechenbare theoretische Einfluß, welchen dieselbe alsbald auf die gesamte allgemeine Beurteilung der organischen Formen und ganz besonders auf die Schöpfungsgeschichte gewann. Noch heute drehen sich alle die wichtigen Grundfragen, welche wir vorher kurz berührten, zuletzt um die Entscheidung der scheinbar sehr abgelegenen und unwichtigen Vorfrage, was denn eigentlich die Art oder Spezies ist? Noch heute kann der Begriff der orga-

nischen Spezies als der Angelpunkt der ganzen Schöpfungsfrage bezeichnet werden, als der streitige Mittelpunkt, um dessen verschiedene Auffassung alle Darwinisten und Antidarwinisten kämpfen.

Nach der Meinung Darwins und seiner Anhänger sind die verschiedenen Spezies einer und derselben Gattung von Tieren und Pflanzen weiter nichts als verschiedenartig entwickelte Abkömmlinge einer und derselben ursprünglichen Stammform. Die verschiedenen vorhin genannten Nadelholzarten würden demnach von einer einzigen ursprünglichen Pinusform abstammen. Ebenso würden alle oben angeführten Katzenarten aus einer einzigen gemeinsamen Felisform ihren Ursprung ableiten, dem Stammvater der ganzen Gattung. Weiterhin müßten dann aber, der Abstammungslehre entsprechend, auch alle verschiedenen Gattungen einer und derselben Ordnung von einer einzigen gemeinschaftlichen Urform abstammen, und ebenso endlich alle Ordnungen einer Klasse von einer einzigen Stammform.

Nach der entgegengesetzten Vorstellung der Gegner Darwins sind dagegen alle Tier- und Pflanzenspezies ganz unabhängig voneinander, und nur die Einzelwesen oder Individuen einer jeden Spezies stammen von einer einzigen gemeinsamen Stammform ab. Fragen wir sie nun aber, wie sie sich denn diese ursprünglichen Stammformen der einzelnen Arten entstanden denken, so antworten sie uns mit einem Sprung in das Unbegreifliche: „Diese sind als solche geschaffen worden."

Linné selbst bestimmte den Begriff der Spezies bereits in dieser Weise, indem er sagte: „Es gibt so viel verschiedene Arten, als im Anfang verschiedene Formen von dem unendlichen Wesen erschaffen worden sind." („Species tot sunt diversae, quot diversas formas ab initio creavit infinitum ens.") Er schloß sich also in dieser Beziehung aufs engste an die mosaische Schöpfungsgeschichte an, welche ja ebenfalls die Pflanzen und Tiere „ein jegliches nach seiner Art" erschaffen werden läßt. Näher hierauf ein-

gehend, meinte Linné, daß ursprünglich von jeder Tier- und Pflanzenart entweder ein einzelnes Individuum oder ein Pärchen geschaffen worden sei; und zwar ein Pärchen, oder wie Moses sagt: „ein Männlein und ein Fräulein" von jenen Arten, welche getrennte Geschlechter haben (Gonochoristen); für jene Arten dagegen, bei welchen jedes Individuum beiderlei Geschlechtsorgane in sich vereinigt (Hermaphroditen oder Zwitter) wie z. B. die Regenwürmer, die Blutegel, die Gartenschnecken, sowie die große Mehrzahl der Gewächse, meinte Linné, es sei hinreichend, wenn ein einzelnes Individuum erschaffen worden sei. Linné schloß sich weiterhin an die mosaische Legende auch in betreff der „Sündflut" an; er glaubte, daß bei dieser großen allgemeinen Überschwemmung alle vorhandenen Organismen ertränkt worden seien bis auf jene wenigen Individuen von jeder Art (sieben Paare von den Vögeln und von dem reinen Vieh, ein Paar von dem unreinen Vieh), welche in der Arche Noah gerettet und nach beendigter Sündflut auf dem Ararat an das Land gesetzt wurden. Die geographische Schwierigkeit des Zusammenlebens der verschiedensten Tiere und Pflanzen suchte er sich dadurch zu erklären: Der Ararat in Armenien, in einem warmen Klima gelegen und bis über 16000 Fuß Höhe aufsteigend, vereinigt in sich die Bedingungen für den zeitweiligen gemeinsamen Aufenthalt auch solcher Tiere, die in verschiedenen Zonen leben. Es konnten zunächst also die an das Polarklima gewöhnten Tiere auf den kalten Gebirgsrücken hinaufklettern, die an das warme Klima gewöhnten an den Fuß hinabgehen und die Bewohner der gemäßigten Zone in der Mitte der Berghöhe sich aufhalten. Von hier aus war die Möglichkeit gegeben, sich über die Erde nach Norden und Süden zu verbreiten.

Wir brauchen wohl kaum zu bemerken, daß diese naive Schöpfungshypothese Linnés, welche sich offenbar möglichst eng an den herrschenden Bibelglauben anzuschließen sucht, keiner ernstlichen Wider-

legung bedarf. Wenn man die sonstige Klarheit des scharfsinnigen Linné erwägt, darf man vielleicht zweifeln, daß er selbst daran glaubte. Was die gleichzeitige Abstammung aller Individuen einer jeden Spezies von je einem Elternpaare (oder bei den hermaphroditischen Arten von je einem Stammzwitter) betrifft, so ist sie offenbar ganz unhaltbar; denn abgesehen von andern Gründen würden schon in den ersten Tagen nach geschehener Schöpfung die wenigen Raubtiere ausgereicht haben, sämtlichen Pflanzenfressern den Garaus zu machen, wie die pflanzenfressenden Tiere die wenigen Individuen der verschiedenen Pflanzenarten hätten zerstören müssen. Ein solches Gleichgewicht in der Ökonomie der Natur, wie es gegenwärtig existiert, konnte unmöglich stattfinden, wenn von jeder Art nur ein Individuum oder nur ein Paar ursprünglich und gleichzeitig geschaffen wurde.

Wie wenig übrigens Linné auf diese unhaltbare Schöpfungshypothese Gewicht legte, geht unter anderm daraus hervor, daß er die Bastarderzeugung (Hybridismus) als eine Quelle der Entstehung neuer Arten anerkannte. Er nahm an, daß eine große Anzahl von selbständigen neuen Spezies auf diesem Wege, durch geschlechtliche Vermischung zweier verschiedener Spezies, entstanden sei. In der Tat kommen solche Bastarde (Hybridae) durchaus nicht selten in der Natur vor; es ist jetzt erwiesen, daß eine große Anzahl von Arten z. B. aus den Gattungen der Brombeere (Rubus), des Wollkrauts (Verbascum), der Weide (Salix), der Distel (Cirsium) Bastarde von verschiedenen Arten dieser Gattungen sind. Ebenso kennen wir Bastarde von Hasen und Kaninchen (zwei Spezies der Gattung Lepus), ferner Bastarde verschiedener Arten der Hundegattung (Canis), der Mäusegattung (Mus), der Hirschgattung (Cervus) usw., welche als selbständige Arten sich fortzupflanzen imstande sind. Ja, wir sind sogar aus vielen wichtigen Gründen zu der Annahme berechtigt, daß die Bastarderzeugung eine sehr ergiebige

Quelle für die Entstehung neuer Arten bildet; und diese Quelle ist ganz unabhängig von der natürlichen Züchtung, durch welche nach Darwins Ansicht die Spezies entstanden sind. Wahrscheinlich sind sehr zahlreiche Tier- und Pflanzenformen, die wir heute als sogenannte „gute Arten" in unsern systematischen Registern aufführen, weiter nichts als fruchtbare Bastarde, welche ganz zufällig durch die gelegentliche Vermischung der Geschlechtsprodukte von zwei verschiedenen, nahe verwandten Arten entstanden sind. Namentlich ist diese Annahme für die Wassertiere und Wasserpflanzen gerechtfertigt. Wenn man bedenkt, welche Massen von verschiedenartigen Samenzellen und Eizellen im Wasser beständig zusammentreffen, so erscheint dadurch der Bastardzeugung der weiteste Spielraum geöffnet.

Die wichtige Frage der Bastardbildung ist übrigens auch noch in anderer Hinsicht für die Abstammungslehre von hohem Interesse. Wenn diese falsch wäre und wenn alle Arten unabhängig voneinander entstanden wären, so sollte man erwarten, daß auch keine geschlechtliche Vermischung zwischen verwandten Spezies möglich sei; denn es fehlen ja direkte physiologische Beziehungen zwischen denselben vollständig. Tatsächlich ist aber das Gegenteil der Fall; nicht nur zeigen viele verwandte Arten große Neigung zu sexueller Verbindung, sondern in vielen Fällen sind auch die von ihnen erzeugten Bastarde fruchtbar und pflanzen sich als solche fort.

Es ist gewiß sehr bemerkenswert, daß Linné bereits die physiologische (also mechanische) Entstehung von neuen Spezies auf diesem Wege der Bastardzeugung behauptete. Offenbar steht dieselbe in unvereinbarem Gegensatze zu der übernatürlichen Entstehung der andern Spezies durch Schöpfung, welche er der mosaischen Schöpfungsgeschichte gemäß annahm. Die eine Abteilung der Spezies würde demnach durch dualistische (teleologische) Schöpfung, die andere durch monistische (mechanische) Entwicklung entstanden sein.

Das große und wohlverdiente Ansehen, welches sich Linné durch seine systematische Klassifikation und durch seine übrigen Verdienste um die Biologie erworben hatte, war offenbar die Ursache, daß auch seine Schöpfungsansichten das ganze achtzehnte Jahrhundert hindurch unangefochten in voller und allgemeiner Geltung blieben. Wenn nicht die ganze systematische Zoologie und Botanik die von ihm eingeführte Unterscheidung, Klassifikation und Benennung der Arten und den damit verbundenen dogmatischen Speziesbegriff mehr oder minder unverändert beibehalten hätte, würde man nicht begreifen, daß seine Vorstellung von einer selbständigen Schöpfung der einzelnen Spezies bis auf Darwin ihre Herrschaft behaupten konnte. Denn je mehr sich unsere Kenntnisse vom Bau und von der Entwicklung der Organismen erweiterten, desto unhaltbarer wurde jene Vorstellung. Nur durch die große Autorität Linnés und durch seine Anlehnung an den herrschenden Bibelglauben war die Erhaltung seiner Schöpfungshypothese bis auf unsere Zeit möglich.

DRITTER VORTRAG

Schöpfungsgeschichte nach Cuvier und Agassiz.

Der entscheidende Schwerpunkt in dem Meinungskampfe, der von den Naturforschern über die Entstehung der Organismen, über ihre Schöpfung oder Entwicklung geführt wird, liegt in den Vorstellungen, welche man sich von dem Wesen der Art oder Spezies macht. Entweder hält man mit Linné die verschiedenen Arten für selbständige, voneinander unabhängige Schöpfungsformen, oder man nimmt mit Darwin deren Stammverwandtschaft an. Wenn man Linnés Ansicht teilt und die verschiedenen organischen Spezies unabhängig voneinander entstehen läßt, so kann man sich diese Entstehung nur als eine übernatürliche Schöpfung denken; man muß entweder für jedes einzelne organische Individuum einen besonderen Schöpfungsakt annehmen (wozu sich wohl kein Naturforscher entschließen wird), oder man muß alle Individuen einer jeden Art von einem einzigen Individuum oder von einem einzigen Stammpaare ableiten, welches nicht auf natürlichem Wege entstanden, sondern durch den Machtspruch eines Schöpfers in das Dasein gerufen ist. Damit verläßt man aber das sichere Gebiet vernunftgemäßer Naturerkenntnis und flüchtet sich in das mythologische Reich des Wunderglaubens.

Wenn man dagegen mit Darwin die Formenähnlichkeit der verschiedenen Arten auf wirkliche Stammverwandtschaft bezieht, so muß man alle verschiedenen Spezies der Tier- und Pflanzenwelt als ver-

änderte Nachkommen einer einzigen oder einiger wenigen, höchst einfachen, ursprünglichen Stammformen betrachten. Durch diese Anschauung gewinnt das natürliche System der Organismen (die baumartig verzweigte Anordnung und Einteilung derselben in Klassen, Ordnungen, Familien, Gattungen und Arten) die Bedeutung eines wirklichen Stammbaums, dessen Wurzel durch jene uralten, längst verschwundenen Stammformen gebildet wird. Eine wirklich naturgemäße und folgerichtige Betrachtung der Organismen kann aber auch für diese einfachsten ursprünglichen Stammformen keinen übernatürlichen Schöpfungsakt annehmen, sondern nur eine Entstehung durch Urzeugung (Archigonie oder Generatio spontanea). Durch Darwins Ansicht von dem Wesen der Spezies gelangen wir daher zu einer natürlichen Entwicklungstheorie, durch Linnés Auffassung des Artbegriffs dagegen zu einem übernatürlichen Schöpfungsdogma.

Die meisten Naturforscher nach Linné, dessen große Verdienste um die unterscheidende und beschreibende Naturwissenschaft ihm das höchste Ansehen gewannen, traten in seine Fußtapfen; ohne weiter über die Entstehung der Organismen nachzudenken, nahmen sie in dem Sinne Linnés eine selbständige Schöpfung der einzelnen Arten an, in Übereinstimmung mit dem mosaischen Schöpfungsbericht. Die Grundlage ihrer Speziesauffassung bildete Linnés Ausspruch: „Es gibt so viele Arten, als ursprünglich verschiedene Formen erschaffen worden sind." Jedoch müssen wir hier, ohne näher auf die Begriffsbestimmung der Spezies einzugehen, sogleich bemerken, daß alle Zoologen und Botaniker in der systematischen Praxis, bei der praktischen Unterscheidung und Benennung der Tier- und Pflanzenarten, sich nicht im geringsten um jene angenommene Schöpfung ihrer elterlichen Stammformen kümmerten und auch wirklich nicht kümmern konnten. In dieser Beziehung macht einer unserer ersten Zoologen, der geistvolle Fritz Müller, folgende treffende Bemer-

kung: „Wie es in christlichen Landen eine Katechismusmoral gibt, die jeder im Munde führt, niemand zu befolgen sich verpflichtet hält oder von andern befolgt zu sehen erwartet, so hat auch die Zoologie ihre Dogmen, die man ebenso allgemein bekennt als in der Praxis verleugnet." Ein solches vernunftwidriges, aber gerade darum mächtiges Dogma, und zwar das mächtigste von allen, war bis auf Darwin das Linnésche Speziesdogma. Obwohl die allermeisten Naturforscher demselben blindlings sich unterwarfen, waren sie doch natürlich niemals in der Lage, die Abstammung aller zu einer Art gehörigen Individuen von jener gemeinsamen, ursprünglich erschaffenen Stammform der Art nachweisen zu können. Vielmehr bedienten sich sowohl die Zoologen als die Botaniker in ihrer systematischen Praxis ausschließlich der Formähnlichkeit, um die verschiedenen Arten zu unterscheiden und zu benennen. Sie stellten in eine Art oder Spezies alle organischen Einzelwesen, die einander in der Formbildung sehr ähnlich oder fast gleich waren und die sich nur durch sehr unbedeutende Formenunterschiede voneinander trennen ließen. Dagegen betrachteten sie als verschiedene Arten diejenigen Individuen, welche wesentlichere oder auffallendere Unterschiede in ihrer Körpergestaltung darboten. Natürlich war aber damit der größten Willkür in der systematischen Artunterscheidung Tür und Tor geöffnet. Denn da niemals alle Individuen einer Spezies in allen Stücken völlig gleich sind, vielmehr jede Art mehr oder weniger abändert (variiert), so vermochte niemand zu sagen, welcher Grad der Abänderung eine wirklich „gute Art", welcher Grad bloß eine Spielart oder Rasse (Varietät) bezeichne.

Notwendig mußte diese dogmatische Auffassung des Speziesbegriffes und die damit verbundene Willkür zu den unlösbarsten Widersprüchen und zu den unhaltbarsten Annahmen führen. Dies zeigt sich deutlich schon bei demjenigen Naturforscher, welcher nächst Linné den größten Einfluß auf die Aus-

bildung der Tierkunde gewann, bei dem berühmten George Cuvier (geb. 1769). Er schloß sich in seiner Auffassung und Bestimmung des Speziesbegriffes im ganzen an Linné an und teilte seine Vorstellung von einer unabhängigen Erschaffung der einzelnen Arten. Die Unveränderlichkeit derselben hielt Cuvier für so wichtig, daß er sich bis zu dem törichten Ausspruche verstieg: „Die Beständigkeit der Spezies ist eine notwendige Bedingung für die Existenz der wissenschaftlichen Naturgeschichte." Da Linnés Definition der Spezies ihm nicht genügte, machte er den Versuch, eine genauere und für die systematische Praxis mehr verwertbare Begriffsbestimmung derselben zu geben, und zwar in folgender Definition: „Zu einer Art gehören alle diejenigen Individuen der Tiere und der Pflanzen, welche entweder voneinander oder von gemeinsamen Stammeltern bewiesenermaßen abstammen oder welche diesen so ähnlich sind, als die letzteren unter sich."

Cuvier dachte sich in dieser Beziehung ungefähr folgendes: „Bei denjenigen organischen Individuen, von denen wir wissen, sie stammen von einer und derselben Elternform ab, bei denen also ihre gemeinsame Abstammung empirisch erwiesen ist, leidet es keinen Zweifel, daß sie zu einer Art gehören, mögen dieselben nun wenig oder viel voneinander abweichen, mögen sie fast gleich oder sehr ungleich sein. Ebenso gehören dann aber zu dieser Art auch alle diejenigen Individuen, welche von den letzteren (den aus gemeinsamem Stamm empirisch abgeleiteten) nicht mehr verschieden sind, als diese unter sich voneinander abweichen." Bei näherer Betrachtung dieser Speziesdefinition Cuviers zeigt sich sofort, daß dieselbe weder theoretisch befriedigend noch praktisch anwendbar ist. Cuvier fing mit dieser Definition bereits an, sich in dem Kreise herumzudrehen, in welchem fast alle folgenden Definitionen der Spezies im Sinne ihrer Unveränderlichkeit sich bewegt haben.

Bei der ganz außerordentlichen Bedeutung, welche

George Cuvier für die organische Naturwissenschaft gewonnen hat, angesichts der fast unbeschränkten Alleinherrschaft, welche seine Ansichten während der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts in der Tierkunde ausübten, erscheint es an dieser Stelle angemessen, seinen Einfluß noch etwas näher zu beleuchten. Es ist dies um so nötiger, als wir in Cuvier den bedeutendsten älteren Gegner der Abstammungslehre und der damit verknüpften monistischen Naturauffassung zu bekämpfen haben.

Unter den vielen und großen Verdiensten Cuviers stehen obenan diejenigen, welche er sich als Gründer der vergleichenden Anatomie erwarb. Während Linné die Unterscheidung der Arten, Gattungen, Ordnungen und Klassen meistens auf äußere Charaktere, auf einzelne leicht auffindbare Merkmale in der Zahl, Größe, Lage und Gestalt einzelner Körperteile gründete, drang Cuvier viel tiefer in das Wesen der Organisation ein. Er wies große und durchgreifende Verschiedenheiten in dem innern Bau der Tiere als die wesentliche Grundlage einer wissenschaftlichen Erkenntnis und Klassifikation derselben nach. Er unterschied natürliche Familien in den Tierklassen, und er gründete auf deren vergleichende Anatomie sein natürliches System des Tierreichs.

Der Fortschritt von dem künstlichen System Linnés zu dem natürlichen System Cuviers war außerordentlich bedeutend. Linné hatte sämtliche Tiere in eine einzige Reihe geordnet, welche er in sechs Klassen einteilte, zwei wirbellose und vier Wirbeltierklassen. Er unterschied dieselben künstlich nach der Beschaffenheit des Blutes und des Herzens. Cuvier dagegen zeigte, daß man im Tierreich vier große natürliche Hauptabteilungen unterscheiden müsse, welche er Hauptformen, Generalpläne oder Zweige des Tierreichs nannte. Diese Embranchements sind: 1. die Wirbeltiere (Vertebrata), 2. die Gliedertiere (Articulata), 3. die Weichtiere (Mollusca) und 4. die Strahltiere (Radiata). Cuvier wies ferner nach, daß in jedem dieser vier Zweige ein eigentümlicher

Bauplan oder Typus erkennbar sei, welcher denselben von jedem der drei andern Zweige unterscheidet. Bei den Wirbeltieren ist derselbe durch die Beschaffenheit des inneren Skeletts oder Knochengerüstes sowie durch den Bau und die Lage des Rückenmarks, abgesehen von vielen andern Eigentümlichkeiten, bestimmt ausgedrückt. Die Gliedertiere werden durch ihr Bauchmark und ihr Rückenherz charakterisiert. Für die Weichtiere ist der sackartige, ungegliederte Körper, dessen Rücken meistens eine Kalkschale deckt, bezeichnend. Die Strahltiere endlich unterscheiden sich von den drei andern Hauptformen durch die Zusammensetzung ihres Körpers aus vier oder mehreren strahlenförmig vereinigten Hauptabschnitten (Strahlteilen oder Parameren).

Man pflegt gewöhnlich die Unterscheidung dieser vier tierischen Hauptformen, welche ungemein fruchtbar für die weitere Entwicklung der Zoologie wurde, Cuvier allein zuzuschreiben. Indessen wurde derselbe Gedanke fast gleichzeitig und unabhängig von Cuvier von einem der größten deutschen Naturforscher ausgesprochen, von Baer, welcher um die Entwicklungsgeschichte der Tiere sich die hervorragendsten Verdienste erwarb. Baer zeigte, daß man auch in der Entwicklungsweise der Tiere vier verschiedene Hauptformen oder Typen unterscheiden müsse. Diese entsprechen den vier tierischen Bauplänen, welche Cuvier auf Grund der vergleichenden Anatomie unterschieden hatte. So z. B. stimmt die individuelle Entwicklung aller Wirbeltiere aus dem Ei in ihren Grundzügen von Anfang an so sehr überein, daß man die Keimanlagen oder Embryonen der verschiedenen Wirbeltiere (z. B. der Reptilien, Vögel und Säugetiere) in der frühesten Zeit gar nicht unterscheiden kann. Erst im weiteren Verlaufe der Entwicklung treten allmählich die tieferen Formunterschiede auf, welche jene verschiedenen Klassen und deren Ordnungen voneinander trennen. Ebenso ist die Körperanlage, welche sich bei der individuellen Entwicklung der Gliedertiere (Insekten, Spinnen,

Krebse) ausbildet, von Anfang an bei allen Gliedertieren im wesentlichen gleich, dagegen verschieden von derjenigen aller Wirbeltiere. Dasselbe gilt mit gewissen Einschränkungen von den Weichtieren und von den Strahltieren.

Weder Baer, welcher auf dem Wege der individuellen Entwicklungsgeschichte (oder Ontogenie), noch Cuvier, welcher auf dem Wege der vergleichenden Anatomie zur Unterscheidung der vier tierischen Typen oder Hauptformen gelangte, erkannte die wahre Ursache dieses typischen Unterschiedes. Diese wird uns nur durch die Abstammungslehre enthüllt. Die wunderbare und wirklich überraschende Ähnlichkeit in der inneren Organisation, in den anatomischen Strukturverhältnissen und die noch merkwürdigere Übereinstimmung in der individuellen Entwicklung bei allen Tieren, welche zu einem und demselben Typus, z. B. zu dem Zweige der Wirbeltiere gehören, erklärt sich in der einfachsten Weise durch die Annahme einer gemeinsamen Abstammung derselben von einer einzigen Stammform. Entschließt man sich nicht zu dieser Annahme, so bleibt jene durchgreifende Übereinstimmung der verschiedensten Wirbeltiere im inneren Bau und in der Entwicklungsweise vollkommen unerklärlich. Sie kann nur durch die Vererbung erklärt werden.

Nächst der vergleichenden Anatomie der Tiere und der durch diese neu begründeten systematischen Zoologie war es besonders die Versteinerungskunde oder Paläontologie, um welche sich Cuvier die größten Verdienste erwarb. Wir müssen dieser um so mehr gedenken, als gerade die paläontologischen und die damit verbundenen geologischen Ansichten Cuviers in der ersten Hälfte des neunzehnten Jahrhunderts sich fast allgemein im höchsten Ansehen erhielten und der Entwicklung der natürlichen Schöpfungsgeschichte die größten Hindernisse entgegenstellten.

Die Versteinerungen oder Petrefakten, deren wissenschaftliche Kenntnis Cuvier im Anfange des

19. Jahrhunderts in umfassendstem Maße förderte und für die Wirbeltiere ganz neu begründete, spielen in der „natürlichen Schöpfungsgeschichte" eine hervorragende Rolle. Denn diese in versteinertem Zustande uns erhaltenen Reste und Abdrücke von ausgestorbenen Tieren und Pflanzen sind die wahren „Denkmünzen der Schöpfung", die unanfechtbaren und handgreiflichen Urkunden, welche für eine wahrhaftige Geschichte der Organismen die unerschütterliche Grundlage bilden. Alle versteinerten oder fossilen Reste und Abdrücke berichten uns von der Gestalt und dem Bau solcher Tiere und Pflanzen, welche entweder die Urahnen und die Voreltern der jetzt lebenden Organismen sind, oder aber ausgestorbene Seitenlinien, die sich von einem gemeinsamen Stamme mit den jetzt lebenden Organismen früher oder später abgezweigt haben.

Diese unschätzbar wertvollen Urkunden der Schöpfungsgeschichte haben sehr lange Zeit hindurch eine höchst untergeordnete Rolle in der Wissenschaft gespielt. Allerdings wurde die wahre Natur derselben schon mehr als ein halbes Jahrtausend vor Christus ganz richtig erkannt, und zwar von dem großen griechischen Philosophen Xenophanes von Kolophon, demselben, welcher die sogenannte eleatische Philosophie begründete und zum erstenmal mit überzeugender Schärfe den Beweis führte, daß alle Vorstellungen von persönlichen Göttern nur auf mehr oder weniger grobe Anthropomorphismen (Vermenschlichungen) hinauslaufen. Xenophanes stellte zum erstenmal die Behauptung auf, daß die fossilen Abdrücke von Tieren und Pflanzen wirkliche Reste von vormals lebenden Geschöpfen seien, und daß die Berge, in deren Gestein man sie findet, früher unter Wasser gestanden haben müßten. Aber obschon auch andere große Philosophen des Altertums, und unter diesen namentlich Aristoteles, jene richtige Erkenntnis teilten, blieb dennoch während des rohen Mittelalters allgemein (— bei vielen Naturforschern selbst noch im achtzehnten Jahrhundert —) die An-

sicht herrschend, daß die Versteinerungen sogenannte „Naturspiele" seien (Lusus naturae) oder Produkte einer unbekannten Bildungskraft der Natur, eines Gestaltungstriebes (Nisus formativus, Vis plastica). Über das Wesen und die Tätigkeit dieser rätselhaften und mystischen Bildungskraft machte man sich die abenteuerlichsten Vorstellungen. Einige glaubten, daß diese bildende Schöpfungskraft, dieselbe der sie auch die Entstehung der lebenden Tier- und Pflanzenarten zuschrieben, zahlreiche Versuche gemacht habe, Organismen verschiedener Form zu schaffen; diese Versuche seien aber nur teilweise gelungen, häufig fehlgeschlagen, und solche mißglückte Versuche seien die Versteinerungen. Nach anderen sollten die Petrefakten durch den Einfluß der Sterne im Innern der Erde entstehen. Andere machten sich eine noch gröbere Vorstellung, daß nämlich der Schöpfer zunächst aus mineralischen Substanzen, z. B. aus Kalk oder Ton, vorläufige Modelle von denjenigen Pflanzen- und Tierformen gemacht habe, die er später in organischer Substanz ausführte und denen er seinen lebendigen Odem einhauchte; die Petrefakten seien solche rohe, anorganische Modelle. Selbst noch im achtzehnten Jahrhundert waren solche mystischen Ansichten verbreitet; es wurde z. B. eine besondere „Samenluft" (Aura seminalis) angenommen, welche mit dem Wasser in die Erde dringe und durch Befruchtung der Gesteine die Petrefakten, das „Steinfleisch" (Caro fossilis) bilde.

Sie sehen, es dauerte gewaltig lange, ehe die einfache und naturgemäße Vorstellung zur Geltung gelangte, daß die Versteinerungen wirklich nichts anderes seien als das, was schon der einfache Augenschein lehrt: die unverweslichen Überbleibsel von gestorbenen Organismen. Zwar wagte der berühmte Maler Leonardo da Vinci schon im fünfzehnten Jahrhundert zu behaupten, daß der aus dem Wasser beständig sich absetzende Schlamm die Ursache der Versteinerungen sei, indem er die auf dem Boden der Gewässer liegenden unverweslichen Kalkschalen

der Muscheln und Schnecken umschließe und allmählich zu festem Gestein erhärte. Das Gleiche behauptete auch im sechzehnten Jahrhundert ein Pariser Töpfer, Palissy, welcher sich durch seine Porzellanerfindung berühmt machte. Allein die sogenannten „Gelehrten von Fach" waren weit entfernt, diese richtigen Aussprüche des einfachen gesunden Menschenverstandes zu würdigen; erst gegen das Ende des achtzehnten Jahrhunderts, während der Begründung der neptunistischen Geologie durch Werner, gewannen dieselben allgemeine Geltung.

Die Begründung der strengeren wissenschaftlichen Paläontologie fällt erst in den Anfang des neunzehnten Jahrhunderts, als Cuvier seine klassischen Untersuchungen über die versteinerten Wirbeltiere, und sein großer Gegner Lamarck seine bahnbrechenden Forschungen über die fossilen wirbellosen Tiere, namentlich die versteinerten Schnecken und Muscheln, veröffentlichte. In seinem berühmten Werke „über die fossilen Knochen" der Wirbeltiere, insbesondere der Säugetiere und Reptilien, gelangte Cuvier bereits zur Erkenntnis einiger sehr wichtigen, allgemeinen paläontologischen Gesetze, welche für die Schöpfungsgeschichte große Bedeutung gewannen. Dahin gehört vor allem der Satz, daß die ausgestorbenen Tierarten, deren Überbleibsel wir in den verschiedenen, übereinander liegenden Schichten der Erdrinde versteinert vorfinden, sich um so auffallender von den jetzt noch lebenden verwandten Tierarten unterscheiden, je tiefer jene Erdschichten liegen, d. h. je früher die Tiere in der Vorzeit lebten. In der Tat finden wir bei jedem senkrechten Durchschnitt der geschichteten Erdrinde, daß die verschiedenen, aus dem Wasser in bestimmter historischer Reihenfolge abgesetzten Erdschichten durch verschiedene Petrefakten charakterisiert sind; und wir finden ferner, daß diese ausgestorbenen Organismen denjenigen der Gegenwart um so ähnlicher werden, je weiter wir in der Schichtenfolge aufwärts steigen, d. h. je jünger die Periode der

Erdgeschichte war, in der sie lebten, starben und von den abgelagerten und erhärtenden Schlammschichten umschlossen wurden.

So wichtig diese allgemeine Wahrnehmung Cuviers einerseits war, so wurde sie doch andrerseits für ihn die Quelle eines folgenschweren Irrtums. Denn indem er die charakteristischen Versteinerungen jeder einzelnen größeren Schichtengruppe, welche während eines Hauptabschnittes der Erdgeschichte abgelagert wurde, für gänzlich verschieden von denen der darüber und der darunter liegenden Schichtgruppe hielt, glaubte er irrtümlich, daß niemals eine und dieselbe Tierart in zwei aufeinander folgenden Schichtgruppen sich vorfinde. So gelangte er zu der falschen, für die meisten nachfolgenden Naturforscher maßgebenden Vorstellung, daß eine Reihe von ganz getrennten Schöpfungsperioden aufeinander gefolgt sei. Jede Periode sollte ihre ganz besondere Tier- und Pflanzenwelt, eine ihr eigentümliche spezifische Fauna und Flora besessen haben. Cuvier stellte sich vor, daß die ganze Geschichte der Erde seit der Zeit, seit welcher überhaupt lebende Wesen auf der Erdrinde auftraten, in eine Anzahl vollkommen getrennter Perioden oder Hauptabschnitte zerfalle, und daß die einzelnen Perioden durch eigentümliche Umwälzungen unbekannter Natur, sogenannte Revolutionen (Kataklysmen oder Katastrophen) voneinander geschieden seien. Jede Revolution hatte zunächst die gänzliche Vernichtung der damals lebenden Tier- und Pflanzenwelt zur Folge, und nach ihrer Beendigung fand eine vollständig neue Schöpfung der organischen Formen statt. Eine neue Welt von Tieren und Pflanzen, durchweg spezifisch verschieden von denen der vorhergehenden Geschichtsperiode, wurde mit einemmal in das Leben gerufen. Diese bevölkerte nun wieder eine Reihe von Jahrtausenden hindurch den Erdball, bis sie plötzlich durch den Eintritt einer neuen Revolution zugrunde ging.

Von dem Wesen und den Ursachen dieser Revo-

lutionen sagte Cuvier ausdrücklich, daß man sich keine Vorstellung darüber machen könne, und daß die jetzt wirksamen Kräfte der Natur zu einer Erklärung derselben nicht ausreichten. Als natürliche Kräfte oder mechanische Agentien, welche in der Gegenwart beständig, obwohl langsam, an einer Umgestaltung der Erdoberfläche arbeiten, führt Cuvier vier wirkende Ursachen auf: erstens den Regen, welcher die steilen Gebirgsabhänge abspült und Schutt an deren Fuß anhäuft; zweitens die fließenden Gewässer, welche diesen Schutt fortführen und als Schlamm im stehenden Wasser absetzen; drittens das Meer, dessen Brandung die steilen Küstenränder abnagt und an flachen Küstensäumen Dünen aufwirft; und endlich viertens die Vulkane, welche die Schichten der erhärteten Erdrinde durchbrechen und in die Höhe heben, und welche ihre Auswurfsprodukte aufhäufen und umherstreuen. Während Cuvier die beständige langsame Umbildung der gegenwärtigen Erdoberfläche durch diese vier mächtigen Ursachen anerkennt, behauptet er gleichzeitig, daß dieselben nicht ausgereicht haben könnten, um die Erdrevolutionen der Vorzeit auszuführen, und daß man den anatomischen Bau der ganzen Erdrinde nicht durch die notwendige Wirkung jener mechanischen Agentien erklären könne: vielmehr müßten jene wunderbaren, großen Umwälzungen der ganzen Erdoberfläche durch eigentümliche, uns gänzlich unbekannte Ursachen bewirkt worden sein; der gewöhnliche Entwicklungsfaden sei durch diese Revolutionen völlig zerrissen, der Gang der Natur verändert.

Diese Ansichten legte Cuvier in einem besonderen, auch ins Deutsche übersetzten Buche nieder: „Über die Revolutionen der Erdoberfläche und die Veränderungen, welche sie im Tierreich hervorgebracht haben". Sie erhielten sich lange Zeit hindurch in allgemeiner Geltung und wurden das größte Hindernis für die Entwicklung einer natürlichen Schöpfungsgeschichte. Denn wenn wirklich solche allgemeine,

alles vernichtende Katastrophen existiert hatten, so war natürlich eine Kontinuität der Artenentwicklung, ein zusammenhängender Faden der organischen Erdgeschichte gar nicht anzunehmen, und man mußte dann seine Zuflucht zu der Wirksamkeit übernatürlicher Kräfte, zum Eingriff von Wundern in den natürlichen Gang der Dinge nehmen. Nur durch Wunder konnten die Revolutionen der Erde herbeigeführt sein, und nur durch Wunder konnte nach deren Aufhören, am Anfange jeder neuen Periode, eine neue Tier- und Pflanzenwelt geschaffen sein. Für das Wunder hat aber die Naturwissenschaft nirgends einen Platz, sofern man unter Wunder einen Eingriff übernatürlicher Kräfte in den natürlichen Entwicklungsgang der Materie versteht.

Die große Autorität, welche sich Linné durch die systematische Unterscheidung und Benennung der organischen Arten gewonnen, hatte bei seinen Nachfolgern zu einer völligen Verknöcherung des dogmatischen Speziesbegriffs und zu einem wahren Mißbrauche der systematischen Artunterscheidung geführt; ebenso wurden die großen Verdienste, welche sich Cuvier um Kenntnis und Unterscheidung der ausgestorbenen Arten erworben hatte, die Ursache einer allgemeinen Annahme seiner Revolutions- oder Katastrophenlehre und der damit verbundenen grundfalschen Schöpfungsansichten. Daher hielten während der ersten Hälfte des neunzehnten Jahrhunderts die meisten Zoologen und Botaniker an der Ansicht fest, daß eine Reihe unabhängiger Perioden der organischen Erdgeschichte existiert habe; jede Periode sei durch eine bestimmte, ihr ganz eigentümliche Bevölkerung von Tier- und Pflanzenarten ausgezeichnet gewesen; diese sei am Ende der Periode durch eine allgemeine Revolution vernichtet, und nach dem Aufhören der letzteren wiederum eine neue spezifisch verschiedene Tier- und Pflanzenwelt erschaffen worden. Zwar machten schon frühzeitig einzelne selbständig denkende Köpfe, vor allen der große Naturphilosoph Lamarck, eine Reihe von gewichtigen Grün-

den geltend, welche diese Katastrophentheorie Cuviers widerlegten und welche vielmehr auf eine ganz zusammenhängende und ununterbrochene Entwicklungsgeschichte der gesamten organischen Erdbevölkerung aller Zeiten hinwiesen. Sie behaupteten, daß die Tier- und Pflanzenarten der einzelnen Perioden von denen der nächst vorhergehenden Periode abstammen und nur die veränderten Nachkommen der letzteren seien. Indessen der großen Autorität Cuviers gegenüber vermochte damals diese richtige Ansicht noch nicht durchzudringen. Ja selbst nachdem durch Lyells 1830 erschienene klassische „Prinzipien der Geologie" die Katastrophenlehre Cuviers aus dem Gebiete der Geologie gänzlich verdrängt worden war, blieb seine Ansicht von der spezifischen Verschiedenheit der verschiedenen organischen Schöpfungen trotzdem auf dem Gebiete der Paläontologie noch vielfach in Geltung.

Durch einen seltsamen Zufall geschah es nun vor fünfzig Jahren, daß fast zur selben Zeit, als Cuviers Schöpfungsgeschichte durch Darwins Werk ihren Todesstoß erhielt, ein anderer berühmter Naturforscher den Versuch unternahm, dieselbe von neuem zu begründen und in schroffster Form als Teil eines teleologisch-theosophischen Natursystems durchzuführen. Der Schweizer Geologe Louis Agassiz nämlich, welcher durch seine von Schimper und Charpentier entlehnten Gletscher- und Eiszeittheorien einen hohen Ruf erlangt hat und welcher eine Reihe von Jahren in Nordamerika lebte (gestorben 1873), begann 1858 die Veröffentlichung eines großartig angelegten Werkes, welches den Titel führt: „Beiträge zur Naturgeschichte der Vereinigten Staaten von Nordamerika". Der erste Band dieser Naturgeschichte, welche durch den Patriotismus der Nordamerikaner eine für ein so großes und kostspieliges Werk unerhörte Verbreitung erhielt, führt den Titel: „Ein Versuch über Klassifikation". Agassiz erläutert in diesem Versuche nicht allein das natürliche System der Organismen und die verschiedenen darauf

abspielenden Klassifikationsversuche der Naturforscher, sondern auch alle allgemeinen biologischen Verhältnisse, welche darauf Bezug haben. Die Entwicklung der Organismen, und zwar sowohl die embryologische als die paläontologische, die Tatsachen der vergleichenden Anatomie, sodann die allgemeine Ökonomie der Natur, die geographische und topographische Verbreitung der Tiere und Pflanzen, kurz fast alle allgemeinen Erscheinungsreihen der organischen Natur kommen in dem Klassifikationsversuche von Agassiz zur Besprechung; sie werden sämtlich in einem Sinne und von einem Standpunkte aus erläutert, welcher demjenigen Darwins auf das schroffste gegenübersteht.

Das Hauptverdienst Darwins besteht darin, natürliche Ursachen für die Entstehung der Tier- und Pflanzenarten nachzuweisen und somit die mechanische oder monistische Weltanschauung auch auf diesem schwierigsten Gebiete der Schöpfungsgeschichte geltend zu machen. Agassiz hingegen ist überall bestrebt, jeden mechanischen Vorgang aus diesem ganzen Gebiete völlig auszuschließen und überall den übernatürlichen Eingriff eines persönlichen Schöpfers an die Stelle der natürlichen Kräfte der Materie zu setzen, mithin eine entschieden teleologische oder dualistische Weltanschauung zur Geltung zu bringen. Schon aus diesem Grunde ist es gewiß angemessen, wenn ich hier auf die biologischen Ansichten von Agassiz und insbesondere auf seine Schöpfungsvorstellungen etwas näher eingehe. Dies lohnt sich um so mehr, als kein anderes Werk unserer Gegner jene wichtigen allgemeinen Grundfragen mit gleicher Ausführlichkeit behandelt, und als zugleich die völlige Unhaltbarkeit ihrer dualistischen Weltanschauung sich daraus für jeden Unbefangenen auf das klarste ergibt.

Die organische Art oder Spezies, deren verschiedenartige Auffassung wir oben als den eigentlichen Angelpunkt der entgegengesetzten Schöpfungsansichten bezeichnet haben, wird von Agassiz, ebenso wie

von Cuvier und Linné, als eine in allen wesentlichen Merkmalen unveränderliche Gestalt angesehen; zwar können die Arten innerhalb enger Grenzen abändern oder variieren, aber nur in unwesentlichen, niemals in wesentlichen Eigentümlichkeiten. Niemals können aus den Abänderungen oder Varietäten einer Art wirklich neue Spezies hervorgehen. Keine von allen organischen Arten stammt also jemals von einer anderen ab, vielmehr ist jede einzelne für sich von Gott geschaffen worden. Jede einzelne Tierart ist, wie sich Agassiz ausdrückt, ein verkörperter Schöpfungsgedanke Gottes.

Durch die paläontologischen Erfahrungen wissen wir, daß die Zeitdauer der einzelnen organischen Arten eine höchst ungleiche ist, und daß viele Spezies unverändert durch mehrere aufeinanderfolgende Perioden der Erdgeschichte hindurchgehen, während andere nur einen kleinen Bruchteil einer solchen Periode durchlebten. In schroffem Gegensatze zu dieser Tatsache behauptet Agassiz, daß niemals eine und dieselbe Spezies in zwei verschiedenen Perioden vorkomme, daß vielmehr jede einzelne Periode durch eine ganz eigentümliche, ihr ausschließlich angehörige Bevölkerung von Tier- und Pflanzenarten charakterisiert sei. Er teilt ferner Cuviers Ansicht, daß durch die großen und allgemeinen Revolutionen der Erdoberfläche, am Ende einer jeden Periode, deren ganze Bevölkerung vernichtet, und nach deren Untergang eine neue, davon spezifisch verschiedene geschaffen wurde. Diese Neuschöpfung läßt Agassiz in der Weise geschehen, daß jedesmal die gesamte Erdbevölkerung in ihrer durchschnittlichen Individuenzahl und in den der Ökonomie der Natur entsprechenden Wechselbeziehungen der einzelnen Arten vom Schöpfer als Ganzes plötzlich in die Welt gesetzt worden sei. Hiermit tritt er einem der bestbegründeten und wichtigsten Gesetze der Tier- und Pflanzengeographie entgegen, dem Gesetze nämlich, daß jede Spezies einen einzigen ursprünglichen Entstehungsort oder einen sogenannten

Schöpfungsmittelpunkt besitzt, von dem aus sie sich über ihren Bezirk allmählich verbreitet hat. Statt dessen läßt Agassiz jede Spezies an verschiedenen Stellen der Erdoberfläche und sogleich in einer größeren Anzahl von Individuen durch ein Wunder geschaffen werden.

Das natürliche System der Organismen, dessen verschiedene übereinandergeordnete Gruppenstufen oder Kategorien, die Zweige, Klassen, Ordnungen, Familien, Gattungen und Arten, wir der Abstammungslehre gemäß als verschiedene Äste und Zweige des gemeinschaftlichen organischen Stammbaumes betrachten, ist nach Agassiz der unmittelbare Ausdruck des göttlichen Schöpfungsplanes; indem der Naturforscher das natürliche System erforscht, denkt er die Schöpfungsgedanken Gottes nach. Hierin findet Agassiz den kräftigsten Beweis dafür, daß der Mensch das Ebenbild und Kind Gottes ist. Die verschiedenen Gruppenstufen oder Kategorien des natürlichen Systems entsprechen den verschiedenen Stufen der Ausbildung, welche der göttliche Schöpfungsplan erlangt hatte. Beim Entwurf und bei der Ausführung dieses Planes vertiefte sich der Schöpfer, von allgemeinsten Schöpfungsideen ausgehend, immer mehr in die besonderen Einzelheiten. Was also z. B. das Tierreich betrifft, so hatte Gott bei dessen Schöpfung zunächst vier grundverschiedene Ideen vom Tierkörper, welche er in dem verschiedenen Bauplane der vier großen Hauptgruppen, Typen oder Zweige des Tierreichs verkörperte, in den Wirbeltieren, Gliedertieren, Weichtieren und Strahltieren. Indem nun der Schöpfer darüber nachdachte, in welcher Art und Weise er diese vier verschiedenen Baupläne mannigfaltig ausführen könne, schuf er zunächst innerhalb jeder der vier Hauptgruppen mehrere verschiedene Klassen, z. B. in der Wirbeltierform die Klassen der Säugetiere, Vögel, Reptilien, Amphibien und Fische. Weiterhin vertiefte sich dann Gott in die einzelnen Klassen und brachte durch verschiedene Abstufungen im Bau jeder Klasse deren

einzelne Ordnungen hervor. Durch weitere Variation der Ordnungsform erschuf er die natürlichen Familien. Indem der Schöpfer ferner in jeder Familie die letzten Struktur-Eigentümlichkeiten einzelner Teile variierte, entstanden die Gattungen oder Genera. Endlich zuletzt ging Gott im weiteren Ausdenken seines Schöpfungsplanes so sehr ins einzelne, daß die einzelnen Arten oder Spezies ins Leben traten. Diese sind also die verkörperten Schöpfungsgedanken der speziellsten Art. Zu bedauern ist dabei nur, daß der Schöpfer diese seine speziellsten und am tiefsten durchgedachten „Schöpfungsgedanken" in so sehr unklarer und lockerer Form ausdrückte und ihnen einen so verschwommenen Stempel aufprägte, eine so freie Variationserlaubnis mitgab, daß kein einziger Naturforscher imstande ist, die „guten" von den „schlechten Arten", die echten „Spezies" von den Spielarten, Varietäten, Rassen usw. scharf zu unterscheiden.

Sie sehen, der Schöpfer verfährt nach Agassiz' Vorstellung beim Hervorbringen der organischen Formen genau ebenso wie ein menschlicher Baukünstler, der sich die Aufgabe gestellt hat, möglichst viel verschiedene Bauwerke, zu möglichst mannigfaltigen Zwecken, in möglichst abweichendem Stile, in möglichst verschiedenen Graden der Einfachheit, Pracht, Größe und Vollkommenheit auszudenken und auszuführen. Dieser Architekt würde zunächst vielleicht für alle diese Gebäude vier verschiedene Stile anwenden, etwa den gotischen, byzantinischen, maurischen und chinesischen Stil. In jedem dieser Stile würde er eine Anzahl von Kirchen, Palästen, Kasernen, Gefängnissen und Wohnhäusern bauen. Jede dieser verschiedenen Gebäudeformen würde er in roheren und vollkommeneren, in größeren und kleineren, in einfachen und prächtigen Arten ausführen usw. Jedoch wäre der menschliche Architekt vielleicht noch besser als der göttliche Schöpfer gestellt, insofern ihm in der Anzahl der Gruppenstufen alle Freiheit gelassen wäre. Der Schöpfer dagegen darf

sich nach Agassiz immer nur innerhalb der genannten sechs Gruppenstufen oder Kategorien bewegen, innerhalb der Art, Gattung, Familie, Ordnung, Klasse und Typus. Mehr als diese sechs Kategorien gibt es für ihn nicht.

Wenn Sie in Agassiz' Werk über die Klassifikation selbst die weitere Ausführung und Begründung dieser seltsamen Ansichten lesen, so werden Sie kaum begreifen, wie man mit allem Schein wissenschaftlichen Ernstes die Vermenschlichung (den Anthropomorphismus) des göttlichen Schöpfers so weit treiben und eben durch die Ausführung im einzelnen bis zum verkehrtesten Unsinn ausmalen kann. In dieser ganzen Vorstellungsreihe ist der Schöpfer weiter nichts als ein allmächtiger Mensch, der, von Langeweile geplagt, sich mit dem Ausdenken und Aufbauen möglichst mannigfaltiger Spielzeuge, der organischen Arten, belustigt. Nachdem er sich mit denselben eine Reihe von Jahrtausenden hindurch unterhalten, wird er ihrer überdrüssig; er vernichtet sie durch eine allgemeine Revolution der Erdoberfläche und wirft das ganze unnütze Spielzeug in Haufen zusammen; dann ruft er, um sich mit etwas Neuem und Besserem die Zeit zu vertreiben, eine neue und vollkommenere Tier- und Pflanzenwelt ins Leben. Um jedoch nicht die Mühe der ganzen Schöpfungsarbeit von vorn anzufangen, behält er immer den einmal ausgedachten Schöpfungsplan im großen und ganzen bei und schafft nur lauter neue Arten oder höchstens neue Gattungen, viel seltener neue Familien, Ordnungen oder gar Klassen. Zu einem neuen Typus oder Stile bringt er es nie. Dabei bleibt er immer streng innerhalb jener sechs Kategorien oder Gruppenstufen.

Nachdem der Schöpfer so nach Agassiz' Ansicht Millionen von Jahrtausenden hindurch sich mit dem Aufbauen und Zerstören einer Reihe verschiedener Schöpfungen unterhalten hatte, kommt er endlich zuletzt — obwohl sehr spät! — auf den guten Gedanken, sich seinesgleichen zu erschaffen, und er

formt den Menschen nach seinem Ebenbilde! Hiermit ist das Endziel aller Schöpfungsgeschichte erreicht und die Reihe der Erdrevolutionen abgeschlossen. Der Mensch, das Kind und Ebenbild Gottes, gibt demselben so viel zu tun, macht ihm so viel Vergnügen und Mühe, daß er nun niemals mehr Langeweile hat und keine neue Schöpfung mehr eintreten zu lassen braucht. Wenn man einmal in der Weise, wie Agassiz, dem Schöpfer durchaus menschliche Attribute und Eigenschaften beilegt, und sein Schöpfungswerk durchaus analog einer menschlichen Schöpfungstätigkeit betrachtet, so ist man notwendig auch zur Annahme dieser ganz absurden Konsequenzen gezwungen.

Die vielen inneren Widersprüche und die auffallenden Verkehrtheiten der Schöpfungsansichten von Agassiz, welche ihn notwendig zu dem entschiedensten Widerstand gegen die Abstammungslehre führten, müssen um so mehr unser Erstaunen erregen, als derselbe durch seine früheren naturwissenschaftlichen Arbeiten in vieler Beziehung tatsächlich Darwin vorgearbeitet hatte, insbesondere durch seine Tätigkeit auf dem paläontologischen Gebiete. Unter den zahlreichen Untersuchungen, welche der jungen Paläontologie schnell die allgemeine Teilnahme erwarben, schließen sich diejenigen von Agassiz, namentlich das berühmte Werk „über die fossilen Fische", zunächst ebenbürtig an die grundlegenden Arbeiten von Cuvier an. Nicht allein haben die versteinerten Fische, mit denen uns Agassiz bekannt machte, eine außerordentlich hohe Bedeutung für das Verständnis der ganzen Wirbeltiergruppe und ihrer geschichtlichen Entwicklung gewonnen; sondern wir sind dadurch auch zur sicheren Erkenntnis wichtiger allgemeiner Entwicklungsgesetze gelangt. Insbesondere hat Agassiz mit besonderem Nachdruck auf den merkwürdigen Parallelismus zwischen der embryonalen Entwicklung der Individuen und der paläontologischen Entwicklung der Arten hingewiesen. Diese bedeutungsvolle Übereinstimmung, welche

bereits die ältere Naturphilosophie erkannte, habe ich schon vorhin als eine der stärksten Stützen für die Abstammungslehre in Anspruch genommen. Niemand hatte vorher so bestimmt, wie es Agassiz tat, hervorgehoben, daß von den Wirbeltieren zuerst nur Fische allein existiert haben, daß erst später Amphibien auftraten, und daß erst noch in viel späterer Zeit Vögel und Säugetiere erschienen; daß ferner von den Säugetieren, ebenso wie von den Fischen, anfangs unvollkommenere, niedere Ordnungen, später erst vollkommenere und höhere auftraten. Agassiz zeigte mithin, daß die paläontologische Entwicklung der ganzen Wirbeltiergruppe nicht allein der embryonalen parallel sei, sondern auch der systematischen Entwicklung, d. h. der Stufenleiter, welche wir überall im System von den niederen zu den höheren Klassen, Ordnungen usw. aufsteigend erblicken. Zuerst erschienen in der Erdgeschichte nur niedere, später erst höhere Formen. Diese wichtige Tatsache erklärt sich, ebenso wie die Übereinstimmung der embryonalen und paläontologischen Entwicklung, ganz einfach und natürlich aus der Abstammungslehre, während sie ohne diese vollkommen unerklärlich ist.

Dasselbe gilt ferner von dem großen Gesetze der fortschreitenden Entwicklung, von dem historischen Fortschritt der Organisation, welcher sowohl im großen und ganzen in der geschichtlichen Aufeinanderfolge aller Organismen sichtbar ist, als in der besonderen Vervollkommnung einzelner Teile des Tierkörpers. So z. B. erhielt das Skelett der Wirbeltiere, ihr Knochengerüst, erst langsam, allmählich und stufenweise den hohen Grad von Vollkommenheit, welchen es jetzt beim Menschen und den anderen höheren Wirbeltieren besitzt. Dieser von Agassiz tatsächlich anerkannte Fortschritt folgt aber mit Notwendigkeit aus der von Darwin begründeten Züchtungslehre, welche die wirkenden Ursachen desselben nachweist. Wenn diese Lehre richtig ist, so muß notwendig die Vollkommenheit und Mannig-

faltigkeit der Tier- und Pflanzenarten im Laufe der organischen Erdgeschichte stufenweise zunehmen, und konnte erst in neuester Zeit ihre höchste Ausbildung erlangen.

Alle soeben angeführten und noch einige andere allgemeine Entwicklungsgesetze, welche von Agassiz ausdrücklich anerkannt und mit Recht stark betont werden, sogar von ihm selbst zum Teil erst aufgestellt wurden, sind, wie Sie später sehen werden, nur durch die Abstammungslehre erklärbar; sie bleiben ohne dieselbe völlig unbegreiflich. Nur die von Darwin entwickelte Wechselwirkung der Vererbung und Anpassung kann die wahre Ursache derselben sein. Dagegen stehen sie alle in schroffem und unvereinbarem Gegensatz mit der vorher besprochenen Schöpfungshypothese von Agassiz, und mit allen Vorstellungen von der zweckmäßigen Werktätigkeit eines persönlichen Schöpfers. Will man im Ernst durch die letztere jene merkwürdigen Erscheinungen und ihren inneren Zusammenhang erklären, so verirrt man sich notwendig zu der Annahme, daß auch der Schöpfer selbst sich mit der organischen Natur, die er schuf und umbildete, entwickelt habe. Man kann sich dann nicht mehr von der Vorstellung losmachen, daß der Schöpfer selbst nach Art des menschlichen Organismus seine Pläne entworfen, verbessert und endlich unter vielen Abänderungen ausgeführt habe. „Es wächst der Mensch mit seinen höheren Zwecken." Wenn es nach der Ehrfurcht, mit der Agassiz auf jeder Seite vom Schöpfer spricht, scheinen könnte, daß wir dadurch zur erhabensten Vorstellung von seinem Wirken in der Natur gelangen, so findet in Wahrheit das Gegenteil statt. Der göttliche Schöpfer wird dadurch zu einem idealisierten Menschen erniedrigt, zu einem in der Entwicklung fortschreitenden Organismus. Gott ist im Grunde nach dieser niedrigen Vorstellung weiter nichts als ein „gasförmiges Wirbeltier".

Bei der weiten Verbreitung und dem hohen Ansehen, welches sich Agassiz' Werk erworben hat,

und welches in Anbetracht der früheren wissenschaftlichen Verdienste des Verfassers wohl erklärlich ist, glaubte ich es Ihnen schuldig zu sein, die gänzliche Unhaltbarkeit seiner allgemeinen Ansichten hier kurz hervorzuheben. Sofern dies Werk eine naturwissenschaftliche Schöpfungsgeschichte sein will, ist dasselbe unzweifelhaft gänzlich verfehlt. Es hat aber hohen Wert als der einzige ausführliche und mit wissenschaftlichen Beweisgründen geschmückte Versuch, den in neuerer Zeit ein hervorragender Naturforscher zur Begründung einer teleologischen oder dualistischen Schöpfungsgeschichte unternommen hat. Die innere Unmöglichkeit einer solchen wird dadurch klar vor jedermanns Augen gelegt. Kein Gegner von Agassiz hätte vermocht, die von ihm entwickelte dualistische Anschauung von der organischen Natur und ihrer Entstehung so schlagend zu widerlegen, als dies ihm selbst durch die überall hervortretenden inneren Widersprüche gelungen ist.

Die Bedeutung von Agassiz in dem großen Kampfe um die Schöpfungsfragen ist daher auch nicht mit derjenigen des berühmten Pathologen Rudolf Virchow zu vergleichen. Dieser letztere gilt zwar heute noch vielfach als der bedeutendste Gegner unserer modernen Entwicklungslehre. Allein seine einflußreiche Opposition gegen dieselbe beschränkte sich auf hartnäckige einfache Negation. Seitdem Virchow 1877 auf der Naturforscherversammlung in München seine früheren monistischen Überzeugungen verleugnet und unter dem Beifall der klerikalen Obskuranten die Freiheit der wissenschaftlichen Forschung und Lehre bekämpft hatte, haben sich seine Angriffe gegen den Transformismus und Darwinismus zwar häufig wiederholt; aber er hat niemals den Versuch gemacht, eine andere positive Anschauung an deren Stelle zu setzen. Auch steht er den wichtigsten Hilfswissenschaften unserer heutigen Entwicklungslehre zu fern, um deren Bedeutung begreifen und würdigen zu können. Die gewichtigen Zeugnisse der vergleichenden Anatomie und Ontogenie, der Pa-

läontologie und Chorologie, der systematischen Zoologie und Botanik existieren für Virchow nicht, während sie von dem kenntnisreichen Agassiz in geistvoller, wenn auch verkehrter Weise zur Stütze seiner dualistischen und theistischen Naturauffassung verwertet wurden.

Im Beginne des 20. Jahrhunderts hat ein theistischer Botaniker, Professor Johannes Reinke in Kiel, den Versuch gemacht, die mystische Schöpfungsgeschichte von Agassiz in einem modernen Gewande zur Geltung zu bringen; er verherrlicht den „lieben Gott" als Schöpfer unter dem Titel: „Kosmische Intelligenz". Indessen entbehren seine phantastischen Romane: „die Welt als Tat" (1899) und „Einleitung in die theoretische Biologie" (1901) jeder ernsten wissenschaftlichen Begründung.

Die Gegner der monistischen Weltanschauung haben die Werke von Agassiz und von Reinke mit Freuden begrüßt; sie erblicken darin eine vollendete Beweisführung für die unmittelbare Schöpfungstätigkeit eines persönlichen Gottes. Allein sie übersehen dabei, daß dieser persönliche Schöpfer bloß ein mit menschlichen Attributen ausgerüsteter, idealisierter Organismus ist. Diese niedere dualistische Gottesvorstellung entspricht einer niederen tierischen Entwicklungsstufe des menschlichen Organismus. Der höher entwickelte Mensch der Gegenwart ist befähigt und berechtigt zu jener unendlich edleren und erhabeneren Gottesvorstellung, welche allein mit der monistischen Weltanschauung verträglich ist, und welche Gottes Geist und Kraft in allen Erscheinungen ohne Ausnahme erblickt. Diese monistische Gottesidee, welcher die Zukunft gehört, hat schon Giordano Bruno einst mit den Worten ausgesprochen: „Ein Geist findet sich in allen Dingen, und es ist kein Körper so klein, daß er nicht einen Teil der göttlichen Substanz in sich enthielte, wodurch er beseelt wird." Diese veredelte Gottesidee liegt derjenigen Religion zugrunde, in deren Sinne die edelsten Geister des Altertums wie der Neuzeit

gedacht und gelebt haben, dem Pantheismus; und sie ist es, von welcher Goethe sagt: „Gewiß, es gibt keine schönere Gottesverehrung als diejenige, welche kein Bild bedarf, welche aus dem Wechselgespräch mit der Natur in unserm Busen entspringt.“ Durch sie gelangen wir zu der erhabenen pantheistischen Vorstellung von der Einheit Gottes und der Natur.

VIERTER VORTRAG

Entwicklungstheorie nach Goethe und Oken.

Alle verschiedenen Vorstellungen, welche wir uns über eine selbständige, voneinander unabhängige Entstehung der einzelnen organischen Arten durch Schöpfung machen können, laufen, folgerichtig durchdacht, auf einen sogenannten Anthropomorphismus hinaus; sie müssen notwendig zu einer Vermenschlichung des Schöpfers führen, wie wir in dem letzten Vortrage bereits gezeigt haben. Der Schöpfer wird daselbst zu einem Organismus, der sich einen Plan entwirft, diesen Plan durchdenkt und verändert und schließlich die Geschöpfe nach diesem Plane ausführt, wie ein menschlicher Architekt sein Bauwerk. Wenn selbst so hervorragende Naturforscher wie Linné, Cuvier und Agassiz, die Hauptvertreter der dualistischen Schöpfungshypothese, zu keiner genügenderen Ansicht gelangen konnten, so wird daraus aus am besten die Unzulänglichkeit aller derjenigen Vorstellungen hervorgehen, welche die Mannigfaltigkeit der organischen Natur aus einer solchen Schöpfung der einzelnen Arten ableiten wollen. Zwar haben einige Naturforscher, welche das wissenschaftlich Unbefriedigende dieser Vorstellungen einsahen, versucht, den Begriff des persönlichen Schöpfers durch denjenigen einer unbewußt wirkenden schöpferischen Naturkraft zu ersetzen; indessen ist dieser Ausdruck offenbar bloß eine umschreibende Redensart, sobald nicht näher gezeigt wird, worin diese Naturkraft besteht, und

wie sie wirkt. Daher haben auch diese letzteren Versuche durchaus keine Geltung in der Wissenschaft errungen. Vielmehr hat man sich genötigt gesehen, sobald man eine selbständige Entstehung der verschiedenen Tier- und Pflanzenformen annahm, immer auf ebenso viele Schöpfungsakte zurückzugreifen, d. h. auf Wunder, auf übernatürliche Eingriffe des Schöpfers in den natürlichen Gang der Dinge, der im übrigen ohne seine Mitwirkung abläuft.

Nun haben allerdings verschiedene teleologische Naturforscher, welche die wissenschaftliche Unzulässigkeit einer übernatürlichen „Schöpfung" fühlten, die letztere noch dadurch zu retten gesucht, daß sie unter Schöpfung „nichts weiter als eine uns unbekannte, unfaßbare Weise der Entstehung" verstanden wissen wollten. Dieser sophistischen Ausflucht schneidet der treffliche Fritz Müller mit folgender schlagenden Gegenbemerkung jeden Rettungspfad ab: „Es soll dadurch nur in verblümter Weise das verschämte Geständnis ausgesprochen werden, daß man über die Entstehung der Arten „gar keine Meinung habe" und haben wolle. Nach dieser Erklärung des Wortes würde man ebensowohl von der Schöpfung der Cholera und der Syphilis, von der Schöpfung einer Feuersbrunst und eines Eisenbahnunglücks, wie von der Schöpfung des Menschen reden können."

Gegenüber nun dieser vollständigen wissenschaftlichen Unzulässigkeit aller Schöpfungshypothesen sind wir gezwungen, zu den entgegengesetzten Entwicklungstheorien unsere Zuflucht zu nehmen, wenn wir uns überhaupt eine vernünftige Vorstellung von der Entstehung der Organismen machen wollen. Wir sind gezwungen und verpflichtet dazu, selbst wenn diese Entwicklungslehren nur einen Schimmer von Wahrscheinlichkeit auf eine mechanische, natürliche Entstehung der Tier- und Pflanzenarten fallen lassen; um so mehr aber, wenn dieselben, wie Sie sehen werden, ebenso einfach und klar, als vollständig und umfassend die gesamten Tatsachen erklären. Diese

Entwicklungstheorien sind keineswegs, wie noch oft fälschlich angegeben wird, willkürliche Einfälle oder beliebige Erzeugnisse der Einbildungskraft, welche nur die Entstehung dieses oder jenes einzelnen Organismus annähernd zu erklären versuchen; sondern sie sind streng wissenschaftlich begründete Theorien, welche von einem festen und klaren Standpunkte aus die Gesamtheit der organischen Naturerscheinungen und insbesondere die Entstehung der organischen Spezies auf das einfachste erklären und als die notwendigen Folgen mechanischer Naturvorgänge nachweisen.

Wie ich bereits im zweiten Vortrage Ihnen zeigte, fallen diese Entwicklungstheorien naturgemäß mit derjenigen allgemeinen Weltanschauung zusammen, welche man gewöhnlich als die einheitliche oder monistische, häufig auch als die mechanistische oder kausale zu bezeichnen pflegt, weil sie nur mechanische oder notwendig wirkende Ursachen (causae efficientes) zur Erklärung der Naturerscheinungen in Anspruch nimmt. Ebenso fallen auf der andern Seite die von uns bereits betrachteten übernatürlichen Schöpfungshypothesen mit derjenigen entgegengesetzten Weltauffassung zusammen, welche man im Gegensatz zur ersteren die zwiespältige oder dualistische, oft auch die teleologische oder vitalistische nennt, weil sie die organischen Naturerscheinungen aus der Wirksamkeit zwecktätiger oder zweckmäßig wirkender Ursachen (causae finales) ableitet. Gerade in diesem tiefen inneren Zusammenhang der verschiedenen Schöpfungstheorien mit den höchsten Fragen der Philosophie liegt für uns die Anreizung zu ihrer eingehenden Betrachtung.

Der Grundgedanke aller natürlichen Entwicklungstheorien ist die allmähliche Entwicklung aller (auch der vollkommensten) Organismen aus einem einzigen oder aus sehr wenigen, ganz einfachen und ganz unvollkommenen Urwesen, welche nicht durch übernatürliche Schöpfung, sondern durch Urzeugung oder Archigonie (Generatio spontanea) aus anorga-

nischer Materie entstanden. Eigentlich sind in diesem Grundgedanken zwei verschiedene Vorstellungen verbunden, welche aber in tiefem inneren Zusammenhang stehen, nämlich erstens die Vorstellung der Urzeugung oder Archigonie der ursprünglichen Stammwesen, und zweitens die Vorstellung der fortschreitenden Entwicklung der verschiedenen Organismenarten aus jenen einfachsten Stammwesen. Diese beiden wichtigen mechanischen Vorstellungen sind die unzertrennlichen Grundgedanken jeder streng wissenschaftlich durchgeführten Entwicklungstheorie. Weil dieselbe eine Abstammung der verschiedenen Tier- und Pflanzenarten von einfachsten gemeinsamen Stammarten behauptet, konnten wir sie auch als Abstammungslehre (Deszendenztheorie), und weil damit zugleich eine Umbildung der Arten verbunden ist, als Umbildungslehre (Transmutationstheorie) oder kurz als Transformismus bezeichnen.

Während übernatürliche Schöpfungsgeschichten schon vor vielen Jahrtausenden, in jener unvordenklichen Urzeit entstanden sein müssen, als der Mensch, eben erst aus dem Affenzustande sich entwickelnd, zum erstenmal anfing, eingehender über sich selbst und über die Entstehung der ihn umgebenden Körperwelt nachzudenken, so sind dagegen die natürlichen Entwicklungstheorien notwendig viel jüngeren Ursprungs. Wir können diesen erst bei gereifteren Kulturvölkern begegnen, denen durch philosophische Bildung die Notwendigkeit einer natürlichen Ursachenerkenntnis klar geworden war; und auch bei diesen dürfen wir zunächst nur von einzelnen bevorzugten Naturen erwarten, daß sie den Ursprung der Erscheinungswelt ebenso wie deren Entwicklungsgang als die notwendige Folge von mechanischen, natürlich wirkenden Ursachen erkannten. Bei keinem Volke waren diese Vorbedingungen für die Entstehung einer natürlichen Entwicklungstheorie jemals so vorhanden wie bei den Griechen des klassischen Altertums. Diesen fehlte aber auf der andern Seite zu sehr die nähere Bekanntschaft mit den Tatsachen

der Naturvorgänge und ihren Formen und somit die erfahrungsmäßige Grundlage für eine weitere Durchbildung der Entwicklungslehre. Die exakte Naturforschung und die überall auf empirischer Basis begründete Naturerkenntnis war ja dem Altertum ebenso wie dem Mittelalter fast ganz unbekannt und ist erst eine Errungenschaft der neueren Zeit. Wir haben daher auch hier keine nähere Veranlassung, auf die natürlichen Entwicklungstheorien der verschiedenen griechischen Weltweisen einzugehen, da denselben zu sehr die erfahrungsmäßige Kenntnis sowohl von der organischen als von der anorganischen Natur abging.

Nur das wollen wir hier hervorheben, daß schon im siebenten Jahrhundert vor Christus die Häupter der ionischen Naturphilosophie, die drei Milesier Thales, Anaximenes und Anaximander, namentlich aber der letztere, wichtige Grundsätze unseres heutigen Monismus aufstellten. Sie lehrten bereits ein einheitliches Naturgesetz als Urgrund der mannigfaltigen Erscheinungen, die Einheit der gesamten Natur und den beständigen Wechsel der Formen. Anaximander läßt die lebenden Wesen im Wasser durch den Einfluß der Sonnenwärme entstehen und nimmt an, daß der Mensch sich aus fischartigen Tieren entwickelt habe. Aber auch später finden wir in der Naturphilosophie des Heraklit und Empedokles wie in den naturwissenschaftlichen Schriften des Demokritos und Aristoteles vielfach Anklänge an Vorstellungen, die wir zu den Grundpfeilern der heutigen Entwicklungslehre rechnen. Empedokles zeigt, wie Zweckmäßiges aus Unzweckmäßigem hervorgehen kann. Aristoteles nimmt die Urzeugung als die natürliche Entstehungsart der niederen organischen Wesen an. Er läßt z. B. Motten aus Wolle, Flöhe aus faulem Mist, Milben aus feuchtem Holz entstehen usw.

Der Grundgedanke der Entwicklungstheorie, daß die verschiedenen Tier- und Pflanzenarten sich aus gemeinsamen Stammarten durch Umbildung entwik-

kelt haben, konnte natürlich erst klar ausgesprochen werden, nachdem die Arten oder Spezies selbst genauer bekannt geworden, und nachdem auch schon die ausgestorbenen Spezies neben den lebenden in Betracht gezogen und eingehender mit letzteren verglichen worden waren. Dazu gelangte man aber erst im Beginne des neunzehnten Jahrhunderts. Erst im Jahre 1801 sprach der große Lamarck die Prinzipien der Entwicklungslehre aus, welche er 1809 in seiner klassischen „Philosophie zoologique" weiter ausführte. Während Lamarck und sein Landsmann Geoffroy St. Hilaire in Frankreich den Ansichten Cuviers gegenübertraten und eine natürliche Entwicklung der organischen Spezies durch Umbildung und Abstammung behaupteten, vertraten in Deutschland Goethe und Oken dieselbe Richtung und legten hier selbständig die ersten Keime der Entwicklungstheorie. Da man gewöhnlich alle diese Naturforscher als „Naturphilosophen" zu bezeichnen pflegt, und da diese Bezeichnung in einem gewissen Sinne ganz richtig ist, so erscheint es wohl angemessen, hier einige Worte über die richtige Würdigung der Naturphilosophie vorauszuschicken.

Während man in England schon seit langer Zeit Naturwissenschaft und Philosophie in die engste Verbindung bringt und jeden von allgemeinen Gesichtspunkten geleiteten Naturforscher einen „Naturphilosophen" nennt, wird dagegen in Deutschland schon seit mehr als einem halben Jahrhundert die Naturwissenschaft streng von der Philosophie geschieden, und die naturgemäße Verschmelzung beider zu einer wahren „Naturphilosophie" wird nur von wenigen anerkannt. An dieser Verkennung sind die phantastischen Ausschreitungen der früheren deutschen Naturphilosophen, Okens, Schellings usw., schuld, welche glaubten, die Naturgesetze aus ihrem Kopfe konstruieren zu können, ohne auf dem Boden der tatsächlichen Erfahrung stehen bleiben zu müssen. Als sich diese Anmaßungen in ihrer ganzen Leerheit herausgestellt hatten, schlugen die Naturforscher

unter der „Nation von Denkern" in das gerade Gegenteil um und glaubten, das hohe Ziel der Wissenschaft, die Erkenntnis der Wahrheit, auf dem Wege der nackten sinnlichen Erfahrung ohne jede philosophische Gedankenarbeit erreichen zu können. Von nun an, besonders seit dem Jahre 1830, machte sich bei den meisten Naturforschern eine starke Abneigung gegen jede allgemeinere philosophische Betrachtung der Natur geltend. Man fand nun das eigentliche Ziel der Naturwissenschaft in der Erkenntnis des Einzelnen; in der Biologie schien dasselbe erreicht, wenn man mit Hilfe der feinsten Instrumente und Beobachtungsmittel die Formen und die Lebenserscheinungen aller einzelnen Organismen ganz genau erkannt haben würde. Zwar gab es immerhin unter diesen streng empirischen oder sogenannten exakten Naturforschern einzelne, welche sich über diesen beschränkten Standpunkt erhoben und das letzte Ziel in einer Erkenntnis allgemeiner Organisationsgesetze finden wollten. Indessen die große Mehrzahl der Zoologen und Botaniker im letzten halben Jahrhundert wollte von solchen allgemeinen Gesetzen nichts wissen; sie gestand höchstens zu, daß vielleicht in ganz entfernter Zukunft, wenn man einmal am Ende aller empirischen Erkenntnis angelangt sein würde, wenn alle einzelnen Tiere und Pflanzen vollständig untersucht worden seien, solche Gesetze aufgestellt werden könnten.

Einen sehr charakteristischen Ausdruck hat dieser Gegensatz der modernen empirischen Naturforschung gegen die umfassende philosophische Weltanschauung neuerdings in der akademischen Rede gefunden, welche Rudolf Virchow 1893 über den „Übergang aus dem philosophischen in das naturwissenschaftliche Zeitalter" gehalten hat. Hier wird geradezu die analytische Erforschung der einzelnen Tatsachen durch Beobachtung und Versuch als die einzige Aufgabe der Wissenschaft hingestellt; hingegen deren kausale Verknüpfung durch theoretische Betrachtung und die Aufstellung philosophischer Systeme

als solche bekämpft. Wir unsererseits sind entgegengesetzter Ansicht. Wir glauben, daß der reine Erkenntnistrieb des Menschen um so mehr zu synthetischer Spekulation und zu Versuchen philosophischer Systeme gedrängt wird, je höher das erstickende Chaos unzähliger einzelner empirischer Kenntnisse sich anhäuft.

Wenn man die wichtigsten Fortschritte, die der menschliche Geist in der Erkenntnis der Wahrheit gemacht hat, zusammenfassend vergleicht, so erkennt man bald, daß es stets philosophische Gedankenoperationen sind, durch welche diese Fortschritte erzielt wurden. Die vorhergehende sinnliche Erfahrung und die dadurch gewonnene Kenntnis des Einzelnen kann nur die feste Grundlage für jene allgemeinen Gesetze liefern. Empirie und Philosophie stehen daher keineswegs in so ausschließendem Gegensatz zueinander, wie bisher von den meisten angenommen wurde; sie ergänzen sich vielmehr notwendig. Der Philosoph, welchem der unumstößliche Boden der sinnlichen Erfahrung, der empirischen Kenntnis fehlt, gelangt in seinen allgemeinen Spekulationen sehr leicht zu Fehlschlüssen, welche selbst ein mäßig gebildeter Naturforscher sofort widerlegen kann. Anderseits können die rein empirischen Naturforscher, die sich nicht um philosophische Zusammenfassung ihrer sinnlichen Wahrnehmungen bemühen und nicht nach allgemeinen Erkenntnissen streben, die Wissenschaft nur in sehr geringem Maße fördern; der Hauptwert ihrer mühsam gewonnenen Einzelkenntnisse liegt in den allgemeinen Resultaten, welche später umfassendere Geister aus denselben ziehen. Bei einem allgemeinen Überblick über den Entwicklungsgang der Biologie seit Linné finden Sie leicht, wie dies Baer ausgeführt hat, ein beständiges Schwanken zwischen diesen beiden Richtungen, ein Überwiegen einmal der empirischen (sogenannten exakten) und dann wieder der philosophischen (spekulativen) Richtung. So hatte sich schon zu Ende des 18. Jahrhunderts, im Gegensatz zu Linnés rein

empirischer Schule, eine naturphilosophische Reaktion erhoben, deren bewegende Geister, Kant, Lamarck, Geoffroy St. Hilaire, Goethe und Oken, durch ihre Gedankenarbeit Licht und Ordnung in das Chaos des aufgehäuften empirischen Rohmaterials zu bringen suchten. Gegenüber den vielfachen Irrtümern und den zu weit gehenden Spekulationen dieser Naturphilosophen trat dann Cuvier auf, welcher eine zweite, rein empirische Periode herbeiführte. Diese erreichte ihre einseitigste Entwicklung während der Jahre 1830—1860, und nun folgte ein zweiter philosophischer Rückschlag, durch Darwins Werk veranlaßt. Man fing nun in den letzten 50 Jahren wieder an, sich zur Erkenntnis der allgemeinen Naturgesetze hinzuwenden, denen doch schließlich alle Erfahrungskenntnisse nur als Grundlage dienen, und durch welche letztere erst ihren wahren Wert erlangen. Durch die Gedankenarbeit der Philosophie wird die Naturkunde erst zur wahren Wissenschaft, zur „Naturphilosophie". In meinem Buche über „die Welträtsel" habe ich 1899 die monistischen Prinzipien einer solchen wahrhaft naturgemäßen Philosophie festzulegen versucht.

Unter den großen Naturphilosophen, denen wir die erste Begründung einer organischen Entwicklungstheorie verdanken, und welche neben Charles Darwin als die Urheber der Umbildungslehre glänzen, stehen obenan Jean Lamarck und Wolfgang Goethe. Ich wende mich zunächst zu unserm unvergleichlichen Goethe; bevor ich jedoch seine besonderen Verdienste um die Entwicklungstheorie erläutere, scheint es mir passend, einiges über seine Bedeutung als Naturforscher überhaupt zu sagen, da diese gewöhnlich sehr verkannt wird.

Gewiß die meisten unter Ihnen verehren Goethe nur als Dichter und Menschen; nur wenige werden eine Vorstellung von dem hohen Wert haben, den seine naturwissenschaftlichen Arbeiten besitzen, von dem Riesenschritt, mit dem er seiner Zeit vorauseilte, — so vorauseilte, daß eben die meisten Natur-

forscher der damaligen Zeit ihm nicht nachkommen konnten. Das Mißgeschick, daß seine naturphilosophischen Verdienste von seinen Zeitgenossen verkannt wurden, hat Goethe oft schmerzlich empfunden. An verschiedenen Stellen seiner naturwissenschaftlichen Schriften beklagt er sich bitter über die beschränkten Fachleute, welche seine Arbeiten nicht zu würdigen verstehen, welche den Wald vor lauter Bäumen nicht sehen, und welche sich nicht dazu erheben können, aus dem Wuste des Einzelnen allgemeine Naturgesetze herauszufinden. Nur zu gerecht ist sein Vorwurf: „Der Philosoph wird gar bald entdecken, daß sich die Beobachter selten zu einem Standpunkt erheben, von welchem sie so viele bedeutend bezügliche Gegenstände übersehen können." Wesentlich allerdings wurde diese Verkennung verschuldet durch den falschen Weg, auf welchen Goethe in seiner Farbenlehre geriet. Die Farbenlehre, die er selbst als das Lieblingskind seiner Muße bezeichnet, ist in ihren Grundlagen durchaus verfehlt, soviel Schönes sie auch im einzelnen enthalten mag. Die exakte mathematische Methode, mittels welcher man allein zunächst in den anorganischen Naturwissenschaften, in der Physik vor allem, Schritt für Schritt auf unumstößliche fester Basis weiter bauen kann, war Goethe durchaus zuwider. Er ließ sich in der Verwerfung derselben nicht allein zu großen Ungerechtigkeiten gegen die hervorragendsten Physiker hinreißen, sondern auch auf Irrwege verleiten, die seinen übrigen wertvollen Arbeiten sehr geschadet haben. Ganz anders in den organischen Naturwissenschaften, in welchen wir nur selten imstande sind, von Anfang an gleich auf der unumstößlich festen mathematischen Basis vorzugehen; hier sind wir meistens gezwungen, wegen der unendlich schwierigen und verwickelten Natur der Aufgabe, uns zunächst Induktionsschlüsse zu bilden; d. h. wir müssen aus zahlreichen einzelnen Beobachtungen, die doch nicht ganz vollständig sind, ein allgemeines Gesetz zu begründen suchen. Die denkende Vergleichung der

verwandten Erscheinungsreihen, die Kombination ist hier das wichtigste Forschungsinstrument, und diese wurde von Goethe mit ebensoviel Glück als bewußter Werterkenntnis bei seinen Arbeiten angewandt.

Von den Schriften Goethes, die sich auf die organische Natur beziehen, ist am berühmtesten die Metamorphose der Pflanzen geworden, welche 1790 erschien; ein Werk, welches bereits den Grundgedanken der Entwicklungstheorie deutlich erkennen läßt. Denn Goethe war darin bemüht, ein einziges Grundorgan nachzuweisen, durch dessen unendlich mannigfaltige Ausbildung und Umbildung man sich den ganzen Formenreichtum der Pflanzenwelt entstanden denken könne; dieses Grundorgan fand er im Blatt. Wenn damals schon die Anwendung des Mikroskops eine allgemeine gewesen wäre, wenn Goethe den Bau der Organismen mit dem Mikroskop durchforscht hätte, so würde er noch weiter gegangen sein und das Blatt bereits als ein Vielfaches von individuellen Teilen niederer Ordnung, von Zellen erkannt haben. Er würde dann nicht das Blatt, sondern die Zelle als das eigentliche Grundorgan aufgestellt haben, durch dessen Vermehrung, Umbildung und Verbindung (Synthese) zunächst das Blatt entsteht; sowie weiterhin durch Umbildung, Variation und Zusammensetzung der Blätter alle die mannigfaltigen Schönheiten in Form und Farbe entstehen, welche wir ebenso an den echten Ernährungsblättern, wie an den Fortpflanzungsblättern oder den Blütenteilen der Pflanzen bewundern. Indessen schon jener Grundgedanke war richtig. Goethe zeigte darin, daß man, um das Ganze der Erscheinung zu erfassen, erstens vergleichen und dann zweitens einen einfachen Typus, eine einfache Grundform, ein Thema gewissermaßen suchen müsse, von dem alle übrigen Gestalten nur die unendlich mannigfaltigen Variationen seien.

Etwas Ähnliches, wie er hier in der Metamorphose der Pflanzen leistete, gab er dann für die Wirbeltiere in seiner berühmten Wirbeltheorie des Schä-

dels. Goethe zeigte zuerst (unabhängig von Oken, welcher fast gleichzeitig auf denselben Gedanken kam), daß der Schädel des Menschen und aller anderen Wirbeltiere, zunächst der Säugetiere, nichts weiter sei als das umgewandelte vorderste Stück der Wirbelsäule oder des Rückgrats. Die Knochenkapsel des Schädels erscheint danach aus mehreren Knochenringen zusammengesetzt, welche den Wirbeln des Rückgrats ursprünglich gleichwertig sind. Allerdings ist diese Idee später durch die scharfsinnigen Untersuchungen von Gegenbaur sehr bedeutend modifiziert worden. Dennoch gehörte sie in jener Zeit zu den größten Fortschritten der vergleichenden Anatomie und wurde für das Verständnis des Wirbeltierbaues eine der ersten Grundlagen. Wenn zwei Körperteile, die auf den ersten Blick so verschieden aussehen, wie der Hirnschädel und die Wirbelsäule, sich als ursprünglich gleichartige, aus einer und derselben Grundlage hervorgebildete Teile nachweisen ließen, so war damit eine höchst schwierige Aufgabe gelöst. Auch hier begegnet uns wieder der Gedanke des einheitlichen Typus, der Gedanke eines einzigen Themas, das nur in den verschiedenen Arten und in den Teilen derselben unendlich variiert wird.

Aber nicht bloß um die Erkenntnis solcher weitgreifenden Gesetze war Goethe eifrig bemüht, sondern auch mit zahlreichen einzelnen, namentlich vergleichend-anatomischen Untersuchungen oft lange Zeit hindurch lebhaft beschäftigt. Unter diesen ist vielleicht keine interessanter, als die Entdeckung des Zwischenkiefers beim Menschen. Da diese in mehrfacher Beziehung von Bedeutung für die Entwicklungstheorie ist, so erlaube ich mir, Ihnen dieselbe kurz hier darzulegen. Bei sämtlichen Säugetieren finden sich in der oberen Kinnlade zwei Knochenstückchen, welche in der Mittellinie des Gesichts, unterhalb der Nase, sich berühren, und in der Mitte zwischen den beiden Hälften des eigentlichen Oberkieferknochens gelegen sind. Dieses

Knochenpaar, welches die vier oberen Schneidezähne trägt, ist bei den meisten Säugetieren ohne weiteres leicht zu erkennen; beim Menschen dagegen war es zu jener Zeit nicht bekannt, und berühmte vergleichende Anatomen legten sogar auf diesen Mangel des Zwischenkiefers einen sehr großen Wert, indem sie denselben als einen Hauptunterschied zwischen Menschen und Affen ansahen; der Mangel des Zwischenkiefers wurde seltsamer Weise als der menschlichste aller menschlichen Charaktere hervorgehoben. Nun wollte es Goethe durchaus nicht in den Kopf, daß der Mensch, der in allen übrigen körperlichen Beziehungen offenbar nur ein hoch entwickeltes Säugetier sei, diesen Knochen entbehren solle. Er zog aus der allgemeinen Verbreitung des Zwischenkiefers bei sämtlichen Säugetieren den besonderen Schluß, daß derselbe auch beim Menschen vorkommen müsse, und er hatte keine Ruhe, bis er bei Vergleichung einer großen Anzahl von Schädeln wirklich den Zwischenkiefer auffand. Bei einzelnen Individuen ist derselbe die ganze Lebenszeit hindurch erhalten, während er gewöhnlich frühzeitig mit dem benachbarten Oberkiefer verwächst und nur bei sehr jugendlichen Menschenschädeln als selbständiger Knochen nachzuweisen ist. Auch bei einigen Affen findet frühzeitig Verwachsung statt. Bei menschlichen Embryonen kann man ihn jetzt leicht nachweisen.

Der Zwischenkiefer ist also beim Menschen in der Tat vorhanden, und Goethe gebührt der Ruhm, diese in vielfacher Beziehung wichtige Tatsache zuerst entdeckt zu haben, und zwar gegen den Widerspruch der wichtigsten Fachautoritäten, z. B. des berühmten Anatomen Peter Camper. Besonders interessant ist dabei der Weg, auf dem er zu dieser Feststellung gelangte; es ist der Doppelweg, auf dem wir beständig in den organischen Naturwissenschaften fortschreiten, der Weg der Induktion und Deduktion. Die Induktion ist ein Schluß aus zahlreichen einzelnen beobachteten Fällen auf ein allgemeines Ge-

setz; die Deduktion dagegen ist ein Rückschluß aus diesem allgemeinen Gesetz auf einen einzelnen, noch nicht wirklich beobachteten Fall. Aus den damals gesammelten empirischen Kenntnissen ging der Induktionsschluß hervor, daß sämtliche Säugetiere den Zwischenkiefer besitzen. Goethe zog daraus den Deduktionsschluß, daß der Mensch, in allen übrigen Beziehungen seiner Organisation nicht wesentlich von den Säugetieren verschieden, auch diesen Zwischenkiefer besitzen müsse; und letzterer fand sich in der Tat bei eingehender Untersuchung. Es wurde der Deduktionsschluß durch die nachfolgende Erfahrung bestätigt oder verifiziert.

Schon diese wenigen Züge mögen Ihnen den hohen Wert vor Augen führen, den wir Goethes biologischen Forschungen zuschreiben müssen. Leider sind die meisten seiner darauf bezüglichen Arbeiten so versteckt in seinen gesammelten Werken und die wichtigsten Beobachtungen und Bemerkungen so zerstreut in zahlreichen einzelnen Aufsätzen, die andere Themata behandeln, daß es schwer ist, sie herauszufinden. Auch ist bisweilen eine vortreffliche, wahrhaft wissenschaftliche Bemerkung so eng mit einem Haufen von unbrauchbaren Spekulationen verknüpft, daß letztere der ersteren großen Eintrag tun.

Das außerordentliche Interesse Goethes für die organische Naturforschung offenbart sich ganz besonders in der lebendigen Teilnahme, mit welcher er noch in seinen letzten Lebensjahren den in Frankreich ausgebrochenen Streit zwischen Cuvier und Geoffroy St. Hilaire verfolgte. Goethe hat selbst eine interessante Darstellung dieses merkwürdigen Streites und seiner allgemeinen Bedeutung sowie eine treffliche Charakteristik der beiden großen Gegner in einer besonderen Abhandlung gegeben, welche er erst wenige Tage vor seinem Tode, im März 1832, vollendete. Diese Abhandlung führt den Titel: „Principes de Philosophie zoologique par Mr. Geoffroy de Saint Hilaire"; sie ist Goethes letzte Arbeit und bildet in der Gesamtausgabe seiner Werke

deren Schluß. Der Streit selbst war in mehrfacher Beziehung vom höchsten Interesse. Er drehte sich wesentlich um die Berechtigung der Entwicklungstheorie. Dabei wurde er im Schoße der französischen Akademie von beiden Gegnern mit einer persönlichen Leidenschaftlichkeit geführt, welche in den würdevollen Sitzungen jener gelehrten Körperschaft fast unerhört war, und welche bewies, daß beide Naturforscher für ihre heiligsten und tiefsten Überzeugungen kämpften. Am 22. Februar 1830 fand der erste Konflikt statt, welchem bald mehrere folgten, der heftigste am 30. Juli 1830. Geoffroy, als das Haupt der französischen Naturphilosophen, vertrat die natürliche Entwicklungstheorie und die einheitliche (monistische) Naturauffassung. Er behauptete die Veränderlichkeit der organischen Spezies, die gemeinschaftliche Abstammung der einzelnen Arten von gemeinsamen Stammformen und die Einheit der Organisation, oder die Einheit des Bauplanes, wie man sich damals ausdrückte. Cuvier war der entschiedenste Gegner dieser Anschauungen, wie es ja nach dem, was Sie gehört haben, nicht anders sein konnte. Er versuchte zu zeigen, daß die Naturphilosophen kein Recht hätten, auf Grund des damals vorliegenden empirischen Materials so weitgehende Schlüsse zu ziehen, und daß die behauptete Einheit der Organisation oder des Bauplanes der Organismen nicht existiere. Er vertrat die teleologische (dualistische) Naturauffassung und behauptete, daß „die Unveränderlichkeit der Spezies eine notwendige Bedingung für die Existenz der wissenschaftlichen Naturgeschichte sei". Cuvier hatte den großen Vorteil vor seinem Gegner voraus, für seine Behauptungen lauter unmittelbar vor Augen liegende Beweisgründe vorbringen zu können, welche allerdings nur aus dem Zusammenhang gerissene einzelne Tatsachen waren. Geoffroy dagegen war nicht imstande, den von ihm verfochtenen allgemeinen Zusammenhang der einzelnen Erscheinungen mit so greifbaren Einzelheiten belegen zu können. Daher behielt Cuvier

in den Augen der Mehrheit den Sieg und entschied für die folgenden drei Jahrzehnte die Niederlage der Naturphilosophie und die Herrschaft der streng empirischen Richtung. Goethe dagegen nahm natürlich entschieden für Geoffroy Partei. Wie lebhaft ihn noch in seinem 81. Lebensjahre dieser große Kampf beschäftigte, mag folgende, von Soret erzählte Anekdote bezeugen:

„Montag, 2. August 1830. Die Nachrichten von der begonnenen Julirevolution gelangten heute nach Weimar und setzten alles in Aufregung. Ich ging im Laufe des Nachmittags zu Goethe. „Nun?" rief er mir entgegen, „was denken Sie von dieser großen Begebenheit? Der Vulkan ist zum Ausbruch gekommen; alles steht in Flammen, und es ist nicht ferner eine Verhandlung bei geschlossenen Türen!" Eine furchtbare Geschichte! erwiderte ich. Aber was ließ sich bei den bekannten Zuständen und bei einem solchen Ministerium anders erwarten, als daß man mit der Vertreibung der bisherigen königlichen Familie endigen würde. „Wir scheinen uns nicht zu verstehen, mein Allerbester", erwiderte Goethe. „Ich rede gar nicht von jenen Leuten; es handelt sich bei mir um ganz andere Dinge. Ich rede von dem in der Akademie zum öffentlichen Ausbruche gekommenen, für die Wissenschaft so höchst bedeutenden Streite zwischen Cuvier und Geoffroy de St. Hilaire." Diese Äußerung Goethes war mir so unerwartet, daß ich nicht wußte, was ich sagen sollte, und daß ich während einiger Minuten einen vollständigen Stillstand in meinen Gedanken verspürte. „Die Sache ist von der höchsten Bedeutung", fuhr Goethe fort, „und Sie können sich keinen Begriff davon machen, was ich bei der Nachricht von der Sitzung des 19. Juli empfinde. Wir haben jetzt an Geoffroy de St. Hilaire einen mächtigen Alliierten auf die Dauer. Ich sehe aber zugleich daraus, wie groß die Teilnahme der französischen wissenschaftlichen Welt an dieser Angelegenheit sein muß, indem trotz der furchtbaren politischen Aufregung die Sitzung des 19. Juli den-

noch bei einem gefüllten Hause stattfand. Das beste aber ist, daß die von Geoffroy in Frankreich eingeführte synthetische Behandlungsweise der Natur jetzt nicht mehr rückgängig zu machen ist. Diese Angelegenheit ist durch die freien Diskussionen in der Akademie, und zwar in Gegenwart eines großen Publikums, jetzt öffentlich geworden, sie läßt sich nicht mehr an geheime Ausschüsse verweisen und bei geschlossenen Türen abtun und unterdrücken."

Von den zahlreichen interessanten und bedeutenden Sätzen, in welchen sich Goethe klar über seine Auffassung der organischen Natur und ihrer beständigen Entwicklung ausspricht, habe ich in meiner generellen Morphologie der Organismen eine Auswahl als Leitworte an den Eingang der einzelnen Bücher und Kapitel gesetzt. Hier führe ich Ihnen zunächst eine Stelle aus dem Gedichte an, welches die Überschrift trägt: „Die Metamorphose der Tiere" (1819).

„Alle Glieder bilden sich aus nach ew'gen Gesetzen,
„Und die seltenste Form bewahrt im Geheimen das Urbild.
„Also bestimmt die Gestalt die Lebensweise des Tieres,
„Und die Weise zu leben, sie wirkt auf alle Gestalten
„Mächtig zurück. So zeiget sich fest die geordnete Bildung,
„Welche zum Wechsel sich neigt durch äußerlich wirkende Wesen."

Schon hier ist der Gegensatz zwischen zwei verschiedenen organischen Bildungskräften angedeutet, welche sich gegenüberstehen und durch ihre Wechselwirkung die Form des Organismus bestimmen; einerseits ein gemeinsames inneres, fest sich erhaltendes Urbild, welches den verschiedensten Gestalten zugrunde liegt; anderseits der äußerlich wirkende Einfluß der Umgebung und der Lebensweise, welcher umbildend auf das Urbild einwirkt. Noch bestimmter tritt dieser Gegensatz in folgendem Ausspruch hervor.

„Eine innere ursprüngliche Gemeinschaft liegt aller Organisation zugrunde; die Verschiedenheit der Gestalten dagegen entspringt aus den notwendigen Be-

ziehungsverhältnissen zur Außenwelt, und man darf daher eine ursprüngliche, gleichzeitige Verschiedenheit und eine unaufhaltsam fortschreitende Umbildung mit Recht annehmen, um die ebenso konstanten als abweichenden Erscheinungen begreifen zu können."

Das „Urbild" oder der „Typus", welcher als „innere ursprüngliche Gemeinschaft" allen organischen Formen zugrunde liegt, ist die innere Bildungskraft, welche die ursprüngliche Bildungsrichtung erhält und durch Vererbung fortpflanzt. Die „unaufhaltsam fortschreitende Umbildung" dagegen, welche „aus den notwendigen Beziehungsverhältnissen zur Außenwelt entspringt", bewirkt als äußere Bildungskraft, durch Anpassung an die umgebenden Lebensbedingungen, die unendliche „Verschiedenheit der Gestalten". Den inneren Bildungstrieb der Vererbung, welcher die Einheit des Urbildes erhält, nennt Goethe an einer andern Stelle die Zentripetalkraft des Organismus, seinen Spezifikationstrieb; im Gegensatz dazu nennt er den äußeren Bildungstrieb der Anpassung, welcher die Mannigfaltigkeit der organischen Gestalten hervorbringt, die Zentrifugalkraft des Organismus, seinen Variationstrieb. Die betreffende Stelle, in welcher er ganz klar das „Gegengewicht" dieser beiden äußerst wichtigen organischen Bildungskräfte bezeichnet, lautet folgendermaßen: „Die Idee der Metamorphose ist gleich der Vis centrifuga und würde sich ins Unendliche verlieren, wäre ihr nicht ein Gegengewicht zugegeben: ich meine den Spezifikationstrieb, das zähe Beharrlichkeitsvermögen dessen, was einmal zur Wirklichkeit gekommen, eine Vis centripeta, welcher in ihrem tiefsten Grunde keine Äußerlichkeit etwas anhaben kann."

Unter Metamorphose versteht Goethe nicht allein, wie es heutzutage gewöhnlich aufgefaßt wird, die Formveränderungen, welche das organische Individuum während seiner individuellen Entwicklung erleidet, sondern im weiteren Sinne überhaupt die Umbildung der organischen Formen. Die „Idee der Me-

tamorphose" ist beinahe gleichbedeutend mit unserer „Entwicklungstheorie". Dies ergibt sich unter anderem auch aus folgendem Ausspruch: „Der Triumph der physiologischen Metamorphose zeigt sich da, wo das Ganze sich in Familien, Familien sich in Geschlechter, Geschlechter in Sippen und diese wieder in andere Mannigfaltigkeit bis zur Individualität scheiden, sondern und umbilden. Ganz ins Unendliche geht dieses Geschäft der Natur; sie kann nicht ruhen, noch beharren, aber auch nicht alles, was sie hervorbrachte, bewahren und erhalten. Aus dem Samen entwickeln sich immer abweichende, die Verhältnisse ihrer Teile zueinander verändert bestimmende Pflanzen."

In den beiden organischen Bildungstrieben, in dem konservativen, zentripetalen, innerlichen Bildungstriebe der Vererbung oder der Spezifikation einerseits, in dem progressiven, zentrifugalen, äußerlichen Bildungstriebe der Anpassung oder der Metamorphose anderseits, hatte Goethe bereits die beiden großen mechanischen Naturkräfte entdeckt, welche die wirkenden Ursachen der organischen Gestaltungen sind. Diese tiefe biologische Erkenntnis mußte ihn naturgemäß zu dem Grundgedanken der Abstammungslehre führen, zu der Vorstellung, daß die formverwandten organischen Arten wirklich blutsverwandt sind, und daß dieselben von gemeinsamen ursprünglichen Stammformen abstammen. Für die wichtigste von allen Tiergruppen, die Hauptabteilung der Wirbeltiere, drückt dies Goethe in folgendem merkwürdigen Satz aus (1796!): „Dies also hätten wir gewonnen, ungescheut behaupten zu dürfen, daß alle vollkommeneren organischen Naturen, worunter wir Fische, Amphibien, Vögel, Säugetiere und an der Spitze der letzten den Menschen sehen, alle nach einem Urbilde geformt seien, das nur in seinen sehr beständigen Teilen mehr oder weniger hin und her weicht und sich noch täglich durch Fortpflanzung aus- und umbildet."

Dieser Satz ist in mehrfacher Beziehung von In-

teresse. Die Theorie, daß „alle vollkommeneren organischen Naturen", d. h. alle Wirbeltiere, von einem gemeinsamen Urbilde abstammen, daß sie aus diesem durch Fortpflanzung (Vererbung) und Umbildung (Anpassung) entstanden sind, ist daraus deutlich zu entnehmen. Besonders interessant aber ist, daß Goethe auch hier für den Menschen keine Ausnahme gestattet, ihn vielmehr ausdrücklich in den Stamm der übrigen Wirbeltiere hineinzieht. Die wichtigste spezielle Folgerung der Abstammungslehre, daß der Mensch von anderen Wirbeltieren abstammt, läßt sich hier im Keime erkennen.

Noch klarer spricht Goethe diese überaus wichtige Grundidee an einer anderen Stelle (1807) in folgenden Worten aus: „Wenn man Pflanzen und Tiere in ihrem unvollkommensten Zustande betrachtet, so sind sie kaum zu unterscheiden. So viel aber können wir sagen, daß die aus einer kaum zu sondernden Verwandtschaft als Pflanzen und Tiere nach und nach hervortretenden Geschöpfe nach zwei entgegengesetzten Seiten sich vervollkommnen, so daß die Pflanze sich zuletzt im Baume dauernd und starr, das Tier sich im Menschen zur höchsten Beweglichkeit und Freiheit verherrlicht". In diesem merkwürdigen Satze ist nicht allein das genealogische Verwandtschaftsverhältnis des Pflanzenreiches zum Tierreiche höchst treffend beurteilt, sondern auch bereits der Kern der einheitlichen oder monophyletischen Deszendenzhypothese enthalten, deren Bedeutung ich Ihnen später auseinanderzusetzen habe (vgl. über Goethes Transformismus auch Kalischer und Magnus).

Zu derselben Zeit, als Goethe in dieser Weise die Grundzüge der Deszendenztheorie entwarf, finden wir bereits einen anderen deutschen Naturphilosophen angelegentlich mit derselben beschäftigt, nämlich Gottfried Reinhold Treviranus aus Bremen (geb. 1776, gest. 1837). Wie zuerst Wilhelm Focke in Bremen gezeigt hat, entwickelte Treviranus schon in dem frühesten seiner größeren Werke, in der „Biologie

oder Philosophie der lebenden Natur", ganz im Anfang des 19. Jahrhunderts, monistische Ansichten von der Einheit der Natur und von dem genealogischen Zusammenhang der Organismenarten, die ganz unserm jetzigen Standpunkte entsprechen. In den drei ersten Bänden der Biologie, die 1802, 1803 und 1805 erschienen, also schon mehrere Jahre vor den Hauptwerken von Oken und Lamarck, finden sich zahlreiche Stellen, welche in dieser Beziehung von Interesse sind. Ich will nur einige der wichtigsten hier anführen.

Über die Hauptfrage unserer Theorie, über den Ursprung der organischen Spezies, spricht sich Treviranus folgendermaßen aus: „Jede Form des Lebens kann durch physische Kräfte auf doppelte Art hervorgebracht sein: entweder durch Entstehung aus formloser Materie oder durch Abänderung der Form bei dauernder Gestaltung. Im letzteren Falle kann die Ursache dieser Abänderung entweder in der Einwirkung eines ungleichartigen männlichen Zeugungsstoffes auf den weiblichen Keim, oder in dem erst nach der Erzeugung stattfindenden Einflusse anderer Potenzen liegen. — In jedem lebenden Wesen liegt die Fähigkeit zu einer endlosen Mannigfaltigkeit der Gestaltungen; jedes besitzt das Vermögen, seine Organisation den Veränderungen der äußeren Welt anzupassen, und dieses durch den Wechsel des Universums in Tätigkeit gesetzte Vermögen ist es, was die einfachen Zoophyten der Vorwelt zu immer höheren Stufen der Organisation gesteigert und eine zahllose Mannigfaltigkeit in die lebende Natur gebracht hat."

Unter Zoophyten versteht hier Treviranus die Organismen niedersten Ranges und einfachster Beschaffenheit, insbesondere jene neutralen, zwischen Tier und Pflanze in der Mitte stehenden Urwesen, die im Ganzen unseren Protisten entsprechen. „Diese Zoophyten," sagt er an einer anderen Stelle, „sind die Urformen, aus welchen alle Organismen der höheren Klassen durch allmähliche Entwicklung ent-

standen sind. Wir sind ferner der Meinung, daß jede Art, wie jedes Individuum, gewisse Perioden des Wachstums, der Blüte und des Absterbens hat, daß aber ihr Absterben nicht Auflösung, wie bei dem Individuum, sondern Degeneration ist. Und hieraus scheint uns zu folgen, daß es nicht, wie man gewöhnlich annimmt, die großen Katastrophen der Erde sind, was die Tiere der Vorwelt vertilgt hat, sondern daß viele diese überlebt haben, und daß sie vielmehr deswegen aus der jetzigen Natur verschwunden sind, weil die Arten, zu welchen sie gehörten, den Kreislauf ihres Daseins vollendet haben und in andere Gattungen übergegangen sind."

Wenn Treviranus an diesen und anderen Stellen Degeneration als die wichtigste Ursache der Umbildung der Tier- und Pflanzenarten ansieht, so versteht er darunter nicht „Entartung" oder Degeneration in dem heute gebräuchlichen Sinne. Vielmehr ist seine „Degeneration" ganz dasselbe, was wir heute Anpassung oder Abänderung durch den äußeren Bildungstrieb nennen. Daß Treviranus diese Umbildung der organischen Spezies durch Anpassung, und ihre Erhaltung durch Vererbung, die ganze Mannigfaltigkeit der organischen Formen aber durch die Wechselwirkung von Anpassung und von Vererbung erklärte, geht auch aus mehreren anderen Stellen klar hervor. Wie tief er dabei die gegenseitige Abhängigkeit aller lebenden Wesen voneinander und überhaupt den universalen Kausalnexus, d. h. den einheitlichen ursächlichen Zusammenhang zwischen allen Gliedern und Teilen des Weltalls, erfaßte, zeigt u. a. noch folgender Satz der Biologie: „Das lebende Individuum ist abhängig von der Art, die Art von dem Geschlechte, dieses von der ganzen lebenden Natur und die letztere von dem Organismus der Erde. Das Individuum besitzt zwar ein eigentümliches Leben und bildet insofern eine eigene Welt. Aber eben weil das Leben desselben beschränkt ist, so macht es doch zugleich auch ein Organ in dem allgemeinen Organismus aus. Jeder lebende Körper besteht durch

das Universum; aber das Universum besteht auch gegenseitig durch ihn."

Daß dieser großartigen mechanischen Auffassung des Universums zufolge Treviranus auch für den Menschen keine privilegierte Ausnahmestellung in der Natur zuließ, vielmehr die allmähliche Entwicklung desselben aus niederen Tierformen annahm, ist bei einem so tief und klar denkenden Naturphilosophen selbstverständlich. Und ebenso selbstverständlich ist es andererseits, daß er keine Kluft zwischen organischer und anorganischer Natur anerkannte, vielmehr die absolute Einheit in der Organisation des ganzen Weltgebäudes behauptete. Dies bezeugt namentlich der folgende Satz: „Jede Untersuchung über den Einfluß der gesamten Natur auf die lebende Welt muß von dem Grundsatze ausgehen, daß alle lebenden Gestalten Produkte physischer, noch in jetzigen Zeiten stattfindender und nur dem Grade oder der Richtung nach veränderter Einflüsse sind." Hiermit ist, wie Treviranus selbst sagt, „das Grundproblem der Biologie gelöst", und wir fügen hinzu, in rein monistischem oder mechanistischem Sinne gelöst.

Als der bedeutendste der deutschen Naturphilosophen gilt gewöhnlich weder Treviranus noch Goethe, sondern Lorenz Oken, welcher bei Begründung der Wirbeltheorie des Schädels als Nebenbuhler Goethes auftrat und diesem nicht gerade freundlich gesinnt war. Bei der sehr verschiedenen Natur der beiden großen Männer, welche eine Zeitlang in nachbarschaftlicher Nähe lebten, konnten sie sich doch gegenseitig nicht wohl anziehen. Okens Lehrbuch der Naturphilosophie, eines der bedeutendsten Erzeugnisse der damaligen naturphilosophischen Schule in Deutschland, erschien 1809, in demselben Jahre, in welchem auch Lamarcks fundamentales Werk, die „Philosophie zoologique" erschien. Schon 1802 hatte Oken einen „Grundriß der Naturphilosophie" veröffentlicht. Wie schon früher angedeutet wurde, finden wir bei Oken, versteckt unter einer

Fülle von irrigen, zum Teil sehr abenteuerlichen und phantastischen Vorstellungen, eine Anzahl von wertvollen und tiefen Gedanken. Einige von diesen Ideen haben erst in neuerer Zeit, viele Jahre nachdem sie von ihm ausgesprochen wurden, allmählich wissenschaftliche Geltung erlangt. Hier mögen nur zwei von diesen fast prophetisch ausgesprochenen Gedanken erwähnt werden; beide stehen zu der Entwicklungstheorie in der innigsten Beziehung.

Eine der wichtigsten Theorien Okens, welche früherhin sehr verschrien und namentlich von den sogenannten exakten Empirikern auf das stärkste bekämpft wurde, ist die Idee, daß die Lebenserscheinungen aller Organismen von einem gemeinschaftlichen chemischen Substrate ausgehen, gewissermaßen einem allgemeinen, einfachen „Lebensstoff", welchen er mit dem Namen „Urschleim" belegte. Er dachte sich darunter, wie der Name sagt, eine schleimartige Substanz, eine Eiweißverbindung, die in festflüssigem Aggregatzustande befindlich ist; diese besitzt das Vermögen, durch Anpassung an verschiedene Existenzbedingungen der Außenwelt und in Wechselwirkung mit deren Materie die verschiedensten Formen hervorzubringen. Nun brauchen Sie bloß das Wort Urschleim in das Wort Plasma oder Protoplasma umzusetzen, um zu einer der größten Errungenschaften zu gelangen, welche wir den mikroskopischen Forschungen der letzten 50 Jahre insbesondere denjenigen von Max Schultze, verdanken. Durch diese Untersuchungen hat sich herausgestellt, daß in allen lebendigen Naturkörpern ohne Ausnahme eine gewisse Menge einer schleimigen, eiweißartigen Materie in festflüssigem Dichtigkeitszustande sich vorfindet, und daß diese stickstoffhaltige Kohlenstoffverbindung ausschließlich der ursprüngliche Träger und Bewirker aller Lebenserscheinungen und aller organischen Formbildung ist. Alle anderen Stoffe, welche außerdem noch im Organismus vorkommen, werden erst von diesem

aktiven Lebensstoff, dem Plasma, gebildet oder von außen aufgenommen. Das organische Ei, die ursprüngliche Zelle, aus welcher sich jedes Tier und jede Pflanze zuerst entwickelt, besteht wesentlich nur aus einem runden Klümpchen solcher eiweißartigen Materie, mit einem festeren Kern. Auch der Eidotter ist nur Eiweiß mit Fettkörnchen gemengt. Oken hatte also wirklich recht, indem er, mehr ahnend als wissend, den Satz aussprach: „Alles Organische ist aus Schleim hervorgegangen, ist nichts als verschieden gestalteter Schleim. Dieser Urschleim ist im Meere im Verfolge der Planetenentwicklung aus anorganischer Materie entstanden."

An die Urschleimtheorie Okens, welche wesentlich mit der neuerlich erst fest begründeten, äußerst wichtigen Protoplasmatheorie zusammenfällt, schließt sich eine andere, ebenso großartige Idee desselben Naturphilosophen eng an. Oken behauptete nämlich schon 1809, daß der durch Urzeugung im Meere entstehende Urschleim alsbald die Form von mikroskopisch kleinen Bläschen annehme, welche er Mile oder Infusorien nannte. „Die organische Welt hat zu ihrer Basis eine Unendlichkeit von solchen Bläschen." Die Bläschen entstehen aus den ursprünglichen festflüssigen Urschleimkugeln dadurch, daß die Peripherie derselben sich verdichtet. Die einfachsten Organismen sind einfache solche Bläschen oder Infusorien. Jeder höhere Organismus, jedes Tier und jede Pflanze vollkommenerer Art ist weiter nichts als „eine Zusammenhäufung (Synthesis) von solchen infusorialen Bläschen, die durch verschiedene Kombinationen sich verschieden gestalten und so zu höheren Organismen aufwachsen." Sie brauchen nun wiederum das Wort Bläschen oder Infusorium nur durch das Wort Zelle zu ersetzen, um zu einer der größten Theorien des neunzehnten Jahrhunderts, zur Zellentheorie, zu gelangen. Schleiden und Schwann haben zuerst im Jahre 1838 den empirischen Beweis geliefert, daß alle Organismen entweder einfache

Zellen oder Zusammenhäufungen (Synthesen) von solchen Zellen sind; und die neuere Protoplasmatheorie hat nachgewiesen, daß der wesentlichste (und bisweilen der einzige!) Bestandteil der echten Zelle das Protoplasma (der Urschleim) ist. Die Eigenschaften, die Oken seinen Infusorien zuschreibt, sind eben die Eigenschaften der Zellen, die Eigenschaften der elementaren Individuen, durch deren Zusammenhäufung, Verbindung und mannigfaltige Ausbildung die höheren, wunderbar zusammengesetzten Organismen entstanden sind.

Diese beiden, außerordentlich fruchtbaren Gedanken Okens wurden wegen der absurden Form, in der er sie aussprach, nur wenig berücksichtigt oder gänzlich verkannt; und es war einer viel späteren Zeit vorbehalten, dieselben durch die Erfahrung zu begründen. Im engsten Zusammenhang mit diesen Vorstellungen standen auch andere Grundsätze seiner Entwicklungslehre. Vom Ursprung des Menschengeschlechts sagt er: „Der Mensch ist entwickelt, nicht erschaffen." So viele willkürliche Verkehrtheiten und ausschweifende Phantasiesprünge sich auch in Okens Naturphilosophie finden mögen, so können sie uns doch nicht hindern, diesen großen und ihrer Zeit weit vorauseilenden Ideen unsere gerechte Bewunderung zu zollen. So viel geht aus den angeführten Behauptungen Goethes und Okens und aus den demnächst zu erörternden Ansichten von Lamarck und Geoffroy mit Sicherheit hervor, daß in den ersten Dezennien des neunzehnten Jahrhunderts niemand der natürlichen, später durch Darwin neu begründeten Entwicklungstheorie so nahe kam, als die vielverschriene Naturphilosophie.

Die ausgedehnten Goethe-Forschungen der letzten dreißig Jahre haben aus den hinterlassenen Aufzeichnungen unseres größten deutschen Dichters und Denkers noch viele bewunderungswürdige Gedanken zutage gefördert, welche sein tiefgründiges Verständnis des organischen Lebens und seine Bedeu-

tung für die Entwicklungstheorie bekunden. Wilhelm Bölsche hat in seinen ausgezeichneten populär-naturphilosophischen Schriften („Naturgeheimnis, Weltblick" u. a.) dieselben vortrefflich beleuchtet. Eine ausführlichere Darstellung in zehn akademischen Vorlesungen hat neuerdings Rudolf Magnus gegeben: „Goethe als Naturforscher" (Leipzig 1906).

FÜNFTER VORTRAG

Entwicklungstheorie von Kant und Lamarck.

Die teleologische Naturbetrachtung, welche die Erscheinungen in der organischen Welt durch die zweckmäßige Tätigkeit eines persönlichen Schöpfers oder einer zwecktätigen Endursache erklärt, führt notwendig zuletzt zu ganz unhaltbaren Widersprüchen und Folgerungen. Diese zwiespältige, dualistische Naturauffassung steht zu der überall wahrnehmbaren Einheit und Einfachheit der obersten Naturgesetze im entschiedensten Gegensatz. Die Philosophen, welche dieser Teleologie huldigen, müssen notwendigerweise zwei grundverschiedene Naturen annehmen: eine anorganische Natur, welche durch mechanisch wirkende Ursachen (causae efficientes), und eine organische Natur, welche im Gegensatze zu ersterer durch zweckmäßig tätige Ursachen (causae finales) erklärt werden muß.

Dieser Dualismus tritt uns auffallend entgegen, wenn wir die Naturanschauung eines der größten deutschen Philosophen, Kants, betrachten und die Vorstellungen ins Auge fassen, welche er sich von der Entstehung der Organismen bildete. Eine nähere Betrachtung dieser Vorstellungen ist hier schon deshalb geboten, weil wir in Immanuel Kant einen der wenigen Philosophen verehren, welche eine gediegene naturwissenschaftliche Bildung mit einer außerordentlichen Klarheit und Tiefe der Spekulation verbinden. Der Königsberger Philosoph erwarb sich nicht bloß durch Begründung der kriti-

schen Philosophie den höchsten Ruhm unter den spekulativen Philosophen, sondern auch durch seine mechanische Kosmogenie einen glänzenden Namen unter den Naturforschern. Schon im Jahre 1755 machte er in seiner „allgemeinen Naturgeschichte und Theorie des Himmels" den kühnen Versuch, „die Verfassung und den mechanischen Ursprung des ganzen Weltgebäudes nach Newtonschen Grundsätzen abzuhandeln", und mit Ausschluß aller Wunder aus dem natürlichen Entwicklungsgange der Materie mechanisch zu erklären. Diese Kantische Kosmogenie, welche wir nachher (im XV. Vortrage) kurz erörtern werden, wurde späterhin von dem französischen Mathematiker Laplace und von dem englischen Astronomen Herschel ausführlicher begründet; sie erfreut sich noch heute einer fast allgemeinen Anerkennung. Schon allein wegen dieses wichtigen Werkes, in welchem exaktes physikalisches Wissen mit der geistvollsten Spekulation gepaart ist, verdient Kant den Ehrennamen eines Naturphilosophen im besten und reinsten Sinne des Wortes.

Nun findet sich aber in verschiedenen Schriften von Immanuel Kant, namentlich aus den jüngeren Jahren (von 1755 bis 1775) eine Anzahl von wichtigen Aussprüchen zerstreut, welche dazu berechtigen könnten, Kant neben Lamarck und Goethe als den ersten und bedeutendsten Vorläufer Darwins hervorzuheben. Professor Fritz Schultze in Dresden hat sich das große Verdienst erworben, diese wichtigen, aber sehr versteckten und wenig bekannten Stellen aus den Werken des großen Königsberger Philosophen zu sammeln und kritisch zu erläutern. (Fritz Schultze, „Kant und Darwin, ein Beitrag zur Geschichte der Entwicklungslehre". Jena 1875.) Es geht daraus hervor, daß Kant bereits mit voller Klarheit den großen Gedanken der Natureinheit und der allumfassenden einheitlichen Entwicklung erfaßt hatte. Nicht allein behauptet er infolgedessen die Abstammung der verschiedenen Organismen von gemeinsamen Stammformen (Deszendenztheorie!), die

„Abartung von dem Urbilde der Stammgattung durch natürliche Wanderungen" (Migrationstheorie!), sondern er nimmt auch an (schon 1771!), „daß die ursprüngliche Gangart des Menschen die vierfüßige gewesen ist, daß die zweifüßige sich erst allmählich entwickelt und daß der Mensch erst allmählich sein Haupt über seine alten Kameraden, die Tiere, so stolz erhoben hat". Ja Kant ist sogar der Erste, der das Prinzip des „Kampfes ums Dasein" und der „Selektionstheorie" entdeckt hat, wie wir nachher noch sehen werden.

Wir würden daher unbedingt in der Geschichte der Entwicklungslehre unserem gewaltigen Königsberger Philosophen einen hohen Platz einräumen müssen, wenn nicht leider diese bewunderungswürdigen monistischen Ideen des jungen Kant später durch den überwältigenden Einfluß der dualistischen christlichen Weltanschauung ganz zurückgedrängt worden wären. An ihre Stelle treten in den späteren Schriften Kants teils ganz unhaltbare dualistische Vorstellungen, teils unklares Schwanken zwischen ersteren und letzteren. Wenn Sie Kants Kritik der teleologischen Urteilskraft, sein angesehendstes biologisches Werk, lesen, so gewahren Sie, daß er sich bei Betrachtung der organischen Natur wesentlich immer auf dem teleologischen oder dualistischen Standpunkt erhält, während er für die anorganische Natur unbedingt und ohne Rückhalt die mechanische oder monistische Erklärungsmethode annimmt. Er behauptet, daß sich im Gebiete der anorganischen Natur sämtliche Erscheinungen aus mechanischen Ursachen, aus den bewegenden Kräften der Materie selbst erklären lassen, im Gebiete der organischen Natur dagegen nicht. In der gesamten Anorgologie (in der Geologie und Mineralogie, in der Meteorologie und Astronomie, in der Physik und Chemie der anorganischen Naturkörper) sollen alle Erscheinungen bloß durch Mechanismus (causa efficiens), ohne Dazwischenkunft eines Endzweckes erklärbar sein. In der gesamten Biologie dagegen, in der Botanik,

Zoologie und Anthropologie, soll der Mechanismus nicht ausreichend sein, uns alle Erscheinungen zu erklären; vielmehr könnten wir dieselben nur durch Annahme einer zweckmäßig wirkenden Endursache (causa finalis) begreifen. An mehreren Stellen hebt Kant ausdrücklich hervor, daß man, von einem streng naturwissenschaftlich-philosophischen Standpunkt aus, für alle Erscheinungen ohne Ausnahme eine mechanische Erklärungsweise fordern müsse, und daß der Mechanismus allein eine wirkliche Erklärung einschließe. Zugleich meint er aber, daß gegenüber den belebten Naturkörpern, den Tieren und Pflanzen, unser menschliches Erkenntnisvermögen beschränkt sei und nicht ausreiche, um hinter die eigentliche wirksame Ursache der organischen Vorgänge, insbesondere der Entstehung der organischen Formen zu gelangen. Die Befugnis der menschlichen Vernunft zur mechanischen Erklärung aller Erscheinungen sei unbeschränkt, aber ihr Vermögen dazu begrenzt, indem man die organische Natur nur teleologisch betrachten könne.

Abweichend von diesem dualistischen Standpunkt behauptet Kant wieder an anderen Stellen die Notwendigkeit einer genealogischen Auffassung des organischen Systems, wenn man überhaupt zu einem wissenschaftlichen Verständnis desselben gelangen wolle. Die wichtigste und merkwürdigste von diesen Stellen findet sich in der „Methodenlehre der teleologischen Urteilskraft" (§ 79), welche 1790 in der „Kritik der Urteilskraft" erschien. Bei dem außerordentlichen Interesse, welches diese Stelle sowohl für die Beurteilung der Kantischen Philosophie, als für die Geschichte der Deszendenztheorie besitzt, erlaube ich mir, Ihnen dieselbe hier wörtlich mitzuteilen.

„Es ist rühmlich, mittelst einer komperativen Anatomie die große Schöpfung organisierter Naturen durchzugehen, um zu sehen: ob sich daran nicht etwas einem System ähnliches, und zwar dem Erzeugungsprinzip nach, vorfinde, ohne daß wir nötig

haben, beim bloßen Beurteilungsprinzip, welches für die Einsicht ihrer Erzeugung keinen Aufschluß gibt, stehen zu bleiben und mutlos allen Anspruch auf Natureinsicht in diesem Felde aufzugeben. Die Übereinkunft so vieler Tiergattungen in einem gewissen gemeinsamen Schema, das nicht allein in ihrem Knochenbau, sondern auch in der Anordnung der übrigen Teile zum Grunde zu liegen scheint, wo bewunderungswürdige Einfalt des Grundrisses durch Verkürzung einer und Verlängerung anderer, durch Entwicklung dieser und Auswicklung jener Teile eine so große Mannigfaltigkeit von Spezies hat hervorbringen können, läßt einen obgleich schwachen Strahl von Hoffnung ins Gemüt fallen, daß hier wohl etwas mit dem Prinzip des Mechanismus der Natur, ohne das es ohnedies keine Naturwissenschaft geben kann, auszurichten sein möchte. Diese Analogie der Formen, sofern sie bei aller Verschiedenheit einem gemeinschaftlichen Urbilde gemäß erzeugt zu sein scheinen, verstärkt die Vermutung einer wirklichen Verwandtschaft derselben in der Erzeugung von einer gemeinschaftlichen Urmutter, durch die stufenartige Annäherung einer Tiergattung zur anderen, von derjenigen an, in welcher das Prinzip der Zwecke am meisten bewährt zu sein scheint, nämlich dem Menschen, bis zum Polyp, von diesem sogar bis zu Mosen und Flechten, und endlich zu der niedrigsten uns merklichen Stufe der Natur, zur rohen Materie: aus welcher und ihren Kräften nach mechanischen Gesetzen (gleich denen, danach sie in Kristallerzeugungen wirkt) die ganze Technik der Natur, die uns in organisierten Wesen so unbegreiflich ist, daß wir uns dazu ein anderes Prinzip zu denken genötigt glauben, abzustammen scheint. Hier steht es nun dem Archäologen der Natur frei, aus den übrig gebliebenen Spuren ihrer ältesten Revolutionen, nach allen ihm bekannten oder gemutmaßten Mechanismen derselben, jene große Familie von Geschöpfen (denn so müßte man sie sich vorstellen, wenn die genannte, zusammen-

hängende Verwandtschaft einen Grund haben soll) entspringen zu lassen."

Man muß darüber erstaunen, wie tief und klar der große Denker hier die innere Notwendigkeit der Abstammungslehre erkannte und sie als den einzig möglichen Weg zur Erklärung der organischen Natur durch mechanische Gesetze, d. h. zu einer wahrhaft wissenschaftlichen Erkenntnis, bezeichnete. Sobald man indessen diese Stelle im Zusammenhang mit dem übrigen Gedankengang der „Kritik der Urteilskraft" betrachtet und andern geradezu widersprechenden Stellen gegenüberhält, zeigt sich deutlich, daß Kant in diesen und einigen ähnlichen Sätzen über sich selbst hinausging und seinen in der Biologie gewöhnlich eingenommenen teleologischen Standpunkt verließ. Selbst unmittelbar auf jenen wörtlich angeführten, bewunderungswürdigen Satz folgt ein Zusatz, welcher demselben die Spitze abbricht. Nachdem Kant soeben ganz richtig die „Entstehung der organischen Formen aus der rohen Materie nach mechanischen Gesetzen (gleich denen der Kristallerzeugung)" sowie eine stufenweise Entwicklung der verschiedenen Spezies durch Abstammung von einer gemeinschaftlichen Urmutter behauptet hat, fügt er hinzu: „Allein er (der Archäolog der Natur, d. h. der Paläontolog) muß gleichwohl zu dem Ende dieser allgemeinen Mutter eine auf alle diese Geschöpfe zweckmäßig gestellte Organisation beilegen, widrigenfalls die Zweckform der Produkte des Tier- und Pflanzenreichs ihrer Möglichkeit nach gar nicht zu denken ist." Offenbar hebt dieser Zusatz den wichtigsten Grundgedanken des vorhergehenden Satzes, daß durch die Deszendenztheorie eine rein mechanische Erklärung der organischen Natur möglich werde, vollständig wieder auf. Und daß diese teleologische Betrachtung der organischen Natur bei Kant vorherrschte, zeigt schon die Überschrift des merkwürdigen § 79, welcher jene beiden sich widersprechenden Sätze enthält: „Von der notwendigen Unterordnung des Prinzips des Mechanis-

mus unter das teleologische in Erklärung eines Dinges als Naturzweck."

Am schärfsten spricht sich Kant gegen die mechanische Erklärung der organischen Natur in folgender Stelle aus (§ 74): „Es ist ganz gewiß, daß wir die organisierten Wesen und deren innere Möglichkeit nach bloß mechanischen Prinzipien der Natur nicht einmal zureichend kennen lernen, viel weniger uns erklären können, und zwar so gewiß, daß man dreist sagen kann: Es ist für Menschen ungereimt, auch nur einen solchen Anschlag zu fassen oder zu hoffen, daß noch etwa dereinst ein Newton aufstehen könne, der auch nur die Erzeugung eines Grashalms nach Naturgesetzen, die keine Absicht geordnet hat, begreiflich machen werde, sondern man muß diese Einsicht dem Menschen schlechterdings absprechen." Nun ist aber dieser unmögliche Newton siebenzig Jahre später in Darwin wirklich erschienen, und seine Selektionstheorie hat die Aufgabe tatsächlich gelöst, die Kant für absolut unlösbar hielt.

Im Anschluß an Kant und an die deutschen Naturphilosophen, mit deren Entwicklungstheorie wir uns im vorhergehenden Vortrage beschäftigt haben, erscheint es gerechtfertigt, jetzt noch kurz einiger anderer deutscher Naturforscher und Philosophen zu gedenken, welche im neunzehnten Jahrhundert mehr oder minder bestimmt gegen die herrschenden teleologischen Schöpfungsvorstellungen sich auflehnten und den mechanischen Grundgedanken der Abstammungslehre geltend machten. Bald waren es mehr allgemeine philosophische Betrachtungen, bald mehr besondere empirische Wahrnehmungen, welche diese denkenden Männer auf die Vorstellung brachten, daß die einzelnen organischen Spezies von gemeinsamen Stammformen abstammen müßten. Unter ihnen will ich zunächst den großen deutschen Geologen Leopold Buch hervorheben. Wichtige Beobachtungen über die geographische Verbreitung der Pflanzen führten ihn in seiner trefflichen „Physi-

kalischen Beschreibung der Kanarischen Inseln" zu folgendem merkwürdigen Ausspruch:

„Die Individuen der Gattungen auf Kontinenten breiten sich aus, entfernen sich weit, bilden durch Verschiedenheit der Standörter, Nahrung und Boden Varietäten, welche in ihrer Entfernung nie von anderen Varietäten gekreuzt und dadurch zum Haupttypus zurückgebracht, endlich konstant und zur eignen Art werden. Dann erreichen sie vielleicht auf anderen Wegen aufs neue die ebenfalls veränderte vorige Varietät, beide nun als sehr verschiedene und sich nicht wieder miteinander vermischende Arten. Nicht so auf Inseln. Gewöhnlich in enge Täler, oder in den Bezirk schmaler Zonen gebannt, können sich die Individuen erreichen und jede gesuchte Fixierung einer Varietät wieder zerstören. Es ist dies ungefähr so, wie Sonderbarkeiten oder Fehler der Sprache zuerst durch das Haupt einer Familie, dann durch Verbreitung dieser selbst über einen ganzen Distrikt einheimisch werden. Ist dieser abgesondert und isoliert, und bringt nicht die stete Verbindung mit andern die Sprache auf ihre vorherige Reinheit zurück, so wird aus dieser Abweichung ein Dialekt. Verbinden natürliche Hindernisse, Wälder, Verfassung, Regierung, die Bewohner des abweichenden Distrikts noch enger, und trennen sie sich noch schärfer von den Nachbarn, so fixiert sich der Dialekt, und es wird eine völlig verschiedene Sprache." (Übersicht der Flora auf den Kanaren, S. 133.)

Sie sehen, daß Buch hier auf den Grundgedanken der Abstammungslehre durch die Erscheinungen der Pflanzengeographie geführt wird, ein biologisches Gebiet, welches in der Tat eine Masse von Beweisen zugunsten derselben liefert. Darwin hat diese Beweise in zwei besonderen Kapiteln seines Hauptwerkes (dem elften und zwölften) ausführlich erörtert. Buchs Bemerkung ist aber auch deshalb von Interesse, weil sie uns auf die äußerst lehrreiche Vergleichung der verschiedenen Sprachzweige und der Organismenarten führt, eine Vergleichung, die

sowohl für die vergleichende Sprachwissenschaft, als auch für die vergleichende Tier- und Pflanzenkunde vom größten Nutzen ist. Gleichwie z. B. die verschiedenen Dialekte, Mundarten, Sprachäste und Sprachzweige der deutschen, slawischen, griechisch-lateinischen und iranisch-indischen Grundsprache von einer einzigen gemeinschaftlichen indogermanischen Ursprache abstammen, und gleichwie sich deren Unterschiede durch die Anpassung, ihre gemeinsamen Grundcharaktere durch die Vererbung erklären, so stammen auch die verschiedenen Arten, Gattungen, Familien, Ordnungen und Klassen der Wirbeltiere von einer einzigen gemeinschaftlichen Wirbeltierform ab; auch hier ist die Anpassung die Ursache der Verschiedenheiten, die Vererbung die Ursache des gemeinsamen Grundcharakters. Dieser interessante Parallelismus in der divergenten Entwicklung der Sprachformen und der Organismenformen ist in sehr einleuchtender Weise von einem unserer ersten vergleichenden Sprachforscher, von dem genialen August Schleicher, erörtert worden; derselbe hat namentlich den Stammbaum der indogermanischen Sprachen in der scharfsinnigsten Weise phylogenetisch entwickelt.

Von anderen hervorragenden deutschen Naturforschern, die sich mehr oder minder bestimmt für die Deszendenztheorie aussprachen, und die auf ganz verschiedenen Wegen zu derselben hingeführt wurden, habe ich zunächst Karl Ernst Baer zu nennen, den großen Begründer der tierischen Entwicklungsgeschichte. In einem 1834 gehaltenen Vortrage, betitelt: „Das allgemeinste Gesetz der Natur in aller Entwicklung", erläutert derselbe vortrefflich, daß nur eine ganz kindische Naturbetrachtung die organischen Arten als bleibende und unveränderliche Typen ansehen könne, und daß im Gegenteil dieselben nur vorübergehende Zeugungsreihen sein können, die durch Umbildung aus gemeinsamen Stammformen sich entwickelt haben. Dieselbe Ansicht begründet Baer später (1859) durch die Ge-

setze der geographischen Verbreitung der Organismen.

J. M. Schleiden, welcher vor siebzig Jahren in Jena durch seine streng empirisch-philosophische und wahrhaft wissenschaftliche Methode eine neue Epoche für die Pflanzenkunde begründete, erläuterte in seinen Grundzügen der wissenschaftlichen Botanik die philosophische Bedeutung des organischen Speziesbegriffes; er nahm an, daß derselbe nur in dem allgemeinen Gesetze der Spezifikation seinen subjektiven Ursprung habe. Die verschiedenen Pflanzenarten sind nur die spezifizierten Produkte der Pflanzenbildungstriebe, welche durch die verschiedenen Kombinationen der Grundkräfte der organischen Materie entstehen.

Der ausgezeichnete Wiener Botaniker Franz Unger wurde durch seine gründlichen und umfassenden Untersuchungen über die ausgestorbenen Pflanzenarten zu einer paläontologischen Entwicklungsgeschichte des Pflanzenreichs geführt, welche den Grundgedanken der Abstammungslehre klar ausspricht. In seinem „Versuch einer Geschichte der Pflanzenwelt" (1852) behauptet er die Abstammung aller verschiedenen Pflanzenarten von einigen wenigen Stammformen und vielleicht von einer einzigen Urpflanze, einer einfachsten Pflanzenzelle. Er zeigt, daß diese Anschauungsweise von dem genetischen Zusammenhang aller Pflanzenformen nicht nur physiologisch notwendig, sondern auch empirisch begründet sei.

In der Einleitung zu dem 1853 erschienenen „System der tierischen Morphologie" von Viktor Carus steht folgender Ausspruch: „Die in den ältesten geologischen Lagern begrabenen Organismen sind als die Urahnen zu betrachten, aus denen durch fortgesetzte Zeugung und Akkommodation an progressiv sehr verschiedene Lebensverhältnisse der Formenreichtum der jetzigen Schöpfung entstand."

In demselben Jahre (1853) erklärte sich der Bonner Anthropologe Schaaffhausen in einem Aufsatze „über

Beständigkeit und Umwandlung der Arten" entschieden zugunsten der Deszendenztheorie. Die lebenden Pflanzen- und Tierarten sind nach ihm die umgebildeten Nachkommen der ausgestorbenen Spezies, aus denen sie durch allmähliche Abänderung entstanden sind. Das Auseinanderweichen (die Divergenz oder Sonderung) der nächstverwandten Arten geschieht durch Zerstörung der verbindenden Zwischenstufen. Auch für den tierischen Ursprung des Menschengeschlechts und seine allmähliche Entwicklung aus affenähnlichen Tieren, die wichtigste Konsequenz der Abstammungslehre, sprach sich Schaaffhausen (1857) aus.

Endlich ist von deutschen Naturphilosophen noch besonders Ludwig Büchner hervorzuheben, welcher in seinem berühmten Buche „Kraft und Stoff" 1855 ebenfalls die Grundzüge der Deszendenztheorie selbständig entwickelte, und zwar vorzüglich auf Grund der unwiderleglichen empirischen Zeugnisse, welche uns die paläontologische und die individuelle Entwicklung der Organismen, sowie ihre vergleichende Anatomie und der Parallelismus dieser Entwicklungsreihen liefert. Büchner zeigte sehr einleuchtend, daß schon hieraus eine Entwicklung der verschiedenen organischen Spezies aus gemeinsamen Stammformen notwendig folge, und daß die Entstehung dieser ursprünglichen Stammformen nur durch Urzeugung denkbar sei.

An der Spitze der französischen Naturphilosophie steht Jean Lamarck, welcher in der Geschichte der Abstammungslehre neben Darwin und Goethe den ersten Platz einnimmt. Ihm wird der unsterbliche Ruhm bleiben, zum erstenmal die Deszendenzlehre als selbständige wissenschaftliche Theorie ersten Ranges durchgeführt und als die naturphilosophische Grundlage der ganzen Biologie festgestellt zu haben. Obwohl Lamarck bereits 1744 geboren wurde, begann er doch mit Veröffentlichung seiner Theorie erst im Beginn des neunzehnten Jahrhunderts, im Jahre 1801; er begründete dieselbe ausführlicher erst 1809, in

seiner „klassischen „Philosophie zoologique". Dieses bewunderungswürdige Werk ist die erste zusammenhängende und streng bis zu allen Konsequenzen durchgeführte Darstellung der Abstammungslehre. Durch die rein mechanische Betrachtungsweise der organischen Natur und die streng philosophische Begründung von deren Notwendigkeit erhebt sich Lamarcks Werk weit über die vorherrschend dualistischen Anschauungen seiner Zeit; und bis auf Darwins Werk, welches gerade ein halbes Jahrhundert später erschien, finden wir kein zweites, welches wir in dieser Beziehung der Philosophie zoologique an die Seite setzen könnten. Wie weit dieselbe ihrer Zeit vorauseilte, geht wohl am besten daraus hervor, daß sie von den meisten gar nicht verstanden und fünfzig Jahre hindurch totgeschwiegen wurde. Lamarcks größter Gegner, Cuvier, erwähnt in seinem Bericht über die Fortschritte der Naturwissenschaften, in welchem die unbedeutendsten anatomischen Untersuchungen Aufnahme fanden, dieses epochemachende Werk mit keinem Wort. Auch Goethe, welcher sich so lebhaft für die französische Naturphilosophie, für „die Gedanken der verwandten Geister jenseits des Rheins", interessierte, gedenkt Lamarcks nirgends und scheint die Philosophie zoologique gar nicht gekannt zu haben. Den hohen Ruf, welchen Lamarck sich als Naturforscher erwarb, verdankt derselbe nicht seinem höchst bedeutenden allgemeinen Werke, sondern zahlreichen speziellen Arbeiten über niedere Tiere, insbesondere Mollusken, sowie einer ausgezeichneten „Naturgeschichte der wirbellosen Tiere", welche 1815—1822 in sieben Bänden erschien. Der erste Band dieses berühmten Werkes (1815) enthält in der allgemeinen Einleitung ebenfalls eine ausführliche Darstellung seiner Abstammungslehre. Von der ungemeinen Bedeutung der Philosophie zoologique kann ich Ihnen vielleicht keine bessere Vorstellung geben, als wenn ich daraus einige der wichtigsten Sätze wörtlich anführe:

„Die systematischen Einteilungen, die Klassen,

Ordnungen, Familien, Gattungen und Arten, sowie deren Benennungen sind willkürliche Kunsterzeugnisse des Menschen. Die Arten oder Spezies der Organismen sind von ungleichem Alter, nacheinander entwickelt und zeigen nur relative, zeitweilige Beständigkeit; aus Varietäten gehen Arten hervor. Die Verschiedenheit in den Lebensbedingungen wirkt verändernd auf die Organisation, die allgemeine Form und die Teile der Tiere ein, ebenso der Gebrauch oder Nichtgebrauch der Organe. Im ersten Anfang sind nur die allereinfachsten und niedrigsten Tiere und Pflanzen entstanden und erst zuletzt diejenigen von der höchst zusammengesetzten Organisation. Der Entwicklungsgang der Erde und ihrer organischen Bevölkerung war ganz kontinuierlich, nicht durch gewaltsame Revolutionen unterbrochen. Das Leben ist nur ein physikalisches Phänomen. Alle Lebenserscheinungen beruhen auf mechanischen, auf physikalischen und chemischen Ursachen, die in der Beschaffenheit der organischen Materie selbst liegen. Die einfachsten Tiere und die einfachsten Pflanzen, welche auf der tiefsten Stufe der Organisationsleiter stehen, sind entstanden und entstehen noch heute durch Urzeugung (Generatio spontanea). Alle lebendigen Naturkörper oder Organismen sind denselben Naturgesetzen wie die leblosen Naturkörper oder die Anorgane unterworfen. Die Ideen und Tätigkeiten des Verstandes sind Bewegungserscheinungen des Zentralnervensystems. Der Wille ist in Wahrheit niemals frei. Die Vernunft ist nur ein höherer Grad von Entwicklung und Verbindung der Urteile."

Das sind nun in der Tat erstaunlich kühne, großartige und weitreichende Ansichten, welche Lamarck bereits 1809 in diesen Sätzen niederlegte; zu einer Zeit, in welcher deren Begründung durch massenhafte Tatsachen nicht entfernt so, wie heutzutage, möglich war. Sie sehen, daß Lamarcks Werk eigentlich ein vollständiges, streng monistisches (oder „mechanisches") Natursystem ist, daß alle wichtigen allgemeinen Grundsätze der monistischen Biologie be-

reits von ihm vertreten werden: Die Einheit der wirkenden Ursachen in der organischen und anorganischen Natur, der letzte Grund dieser Ursachen in den chemischen und physikalischen Eigenschaften der Materie, der Mangel einer besonderen Lebenskraft oder einer organischen Endursache; die Abstammung aller Organismen von einigen wenigen, höchst einfachen Stammformen oder Urwesen, welche durch Urzeugung aus anorganischer Materie entstanden sind; der zusammenhängende Verlauf der ganzen Erdgeschichte, der Mangel der gewaltsamen und totalen Erdrevolutionen und überhaupt die Undenkbarkeit jedes Wunders, jedes übernatürlichen Eingriffs in den natürlichen Weltlauf.

Daß Lamarcks bewunderungswürdige Geistestat fast gar keine Anerkennung fand, liegt teils in der ungeheuren Weite des Riesenschrittes, mit welchem er dem folgenden halben Jahrhundert vorauseilte, teils aber auch in der mangelhaften empirischen Begründung derselben und in der oft etwas einseitigen Art seiner Beweisführung. Als die nächsten mechanischen Ursachen, welche die beständige Umbildung der organischen Formen bewirken, erkennt Lamarck ganz richtig die Verhältnisse der Anpassung an, während er die Formähnlichkeit der verschiedenen Arten, Gattungen, Familien usw. mit vollem Rechte auf ihre Blutsverwandtschaft zurückführt, also durch die Vererbung erklärt. Die Anpassung besteht nach ihm darin, daß die beständige langsame Veränderung der Außenwelt eine entsprechende Veränderung in den Tätigkeiten und dadurch auch weiter in den Formen der Organismen bewirkt. Das größte Gewicht legt er dabei auf die Wirkung der Gewohnheit, auf den Gebrauch und Nichtgebrauch der Organe. Allerdings ist diese, wie wir später sehen werden, für die Umbildung der organischen Formen von der höchsten Bedeutung. Allein in der Weise, wie Lamarck hieraus allein oder doch überwiegend die Veränderung der Formen erklären wollte, ist das meistens doch nicht möglich. Er sagt z. B., daß der lange Hals der

Giraffe entstanden sei durch das beständige Hinaufrecken des Halses nach hohen Bäumen und das Bestreben, die Blätter von deren Ästen zu pflücken; da die Giraffe meistens in trockenen Gegenden lebt, wo nur das Laub der Bäume ihr Nahrung gewährt, war sie zu dieser Tätigkeit gezwungen. Ebenso sind die langen Zungen der Spechte, Kolibris und Ameisenfresser durch die Gewohnheit entstanden, ihre Nahrung aus engen, schmalen und tiefen Spalten oder Kanälen herauszuholen. Die Schwimmhäute zwischen den Zehen der Schwimmfüße bei Fröschen und anderen Wassertieren sind lediglich durch das fortwährende Bemühen zu schwimmen, durch das Schlagen der Füße in das Wasser, durch die Schwimmbewegungen selbst entstanden. Durch Vererbung auf die Nachkommen wurden diese Gewohnheiten befestigt und durch weitere Ausbildung derselben schließlich die Organe ganz umgebildet. So richtig im ganzen dieser Grundgedanke ist, so legt doch Lamarck zu ausschließlich das Gewicht auf die Gewohnheit (Gebrauch und Nichtgebrauch der Organe), allerdings eine der wichtigsten, aber nicht die einzige Ursache der Formveränderung. Dies kann uns jedoch nicht hindern, anzuerkennen, daß Lamarck die Wechselwirkung der beiden organischen Bildungstriebe, der Anpassung und Vererbung, ganz richtig begriff. Nur fehlte ihm dabei das äußerst wichtige Prinzip der „natürlichen Züchtung im Kampfe um das Dasein", welches Darwin erst 50 Jahre später aufstellte.

Als ein besonderes Verdienst Lamarcks ist nun noch hervorzuheben, daß er bereits versuchte, die Entwicklung des Menschengeschlechtes aus anderen, zunächst affenartigen Säugetieren darzutun. Auch hier war es wieder in erster Linie die Gewohnheit, der er den umbildenden, veredelnden Einfluß zuschrieb. Er nahm also an, daß die niedersten, ursprünglichen Urmenschen entstanden seien aus den menschenähnlichen Affen, indem die letzteren sich angewöhnt hätten, aufrecht zu gehen. Die Erhebung des Rumpfes,

das beständige Streben, sich aufrecht zu erhalten, führte zunächst zu einer Umbildung der Gliedmaßen, zu einer stärkeren Differenzierung oder Sonderung der vorderen und hinteren Extremitäten, welche mit Recht als einer der wesentlichsten Unterschiede zwischen Menschen und Affen gilt. Hinten entwickelten sich Waden und platte Fußsohlen, vorn Greifarme und Hände. Der aufrechte Gang hatte zunächst eine freiere Umschau über die Umgebung zur Folge und damit einen bedeutenden Fortschritt in der geistigen Entwicklung. Die Menschenaffen erlangten dadurch bald ein großes Übergewicht über die anderen Affen und weiterhin überhaupt über die umgebenden Organismen. Um die Herrschaft über diese zu behaupten, taten sie sich in Gesellschaften zusammen, und es entwickelte sich, wie bei allen gesellig lebenden Tieren, das Bedürfnis einer Mitteilung ihrer Bestrebungen und Gedanken. So entstand das Bedürfnis der Sprache, deren anfangs rohe ungegliederte Laute bald mehr und mehr in Verbindung gesetzt, ausgebildet und artikuliert wurden. Die Entwicklung der artikulierten Sprache war nun wieder der stärkste Hebel für eine weiter fortschreitende Entwicklung des Organismus und vor allem des Gehirns, und so verwandelten sich allmählich und langsam die Affenmenschen in echte Menschen. Die wirkliche Abstammung der niedersten und rohesten Urmenschen von den höchst entwickelten Affen wurde also von Lamarck bereits auf das bestimmteste behauptet und durch eine Reihe der wichtigsten Beweisgründe unterstützt.

Als der bedeutendste der französischen Naturphilosophen gilt gewöhnlich nicht Lamarck, sondern Etienne Geoffroy St. Hilaire (der Ältere), geb. 1771, derjenige, für welchen auch Goethe sich besonders interessierte, und den wir oben bereits als den entschiedensten Gegner Cuviers kennen gelernt haben. Er entwickelte seine Ideen von der Umbildung der organischen Spezies bereits gegen Ende des 18. Jahrhunderts, veröffentlichte dieselben aber erst im Jahre

1828 und verteidigte sie dann in den folgenden Jahren, besonders 1830, tapfer gegen Cuvier. Geoffroy St. Hilaire nahm im wesentlichen die Deszendenztheorie Lamarcks an, glaubte jedoch, daß die Umbildung der Tier- und Pflanzenarten weniger durch die eigene Tätigkeit des Organismus, durch Gewohnheit, Übung, Gebrauch oder Nichtgebrauch der Organe bewirkt werde, als vielmehr durch den „Monde ambiant", d. h. durch die beständige Veränderung der Außenwelt, insbesondere der Atmosphäre. Er faßt den Organismus gegenüber den Lebensbedingungen der Außenwelt mehr passiv oder leidend auf, Lamarck dagegen mehr aktiv oder handelnd. Geoffroy glaubt z. B., daß bloß durch Verminderung der Kohlensäure in der Atmosphäre aus eidechsenartigen Reptilien die Vögel entstanden seien, indem durch den größeren Sauerstoffgehalt der Atmungsprozeß lebhafter und energischer wurde. Dadurch entstand eine höhere Bluttemperatur, eine gesteigerte Nerven- und Muskeltätigkeit, aus den Schuppen der Reptilien wurden die Federn der Vögel usw. Auch dieser Vorstellung liegt ein richtiger Gedanke zugrunde. Aber wenn auch gewiß die Veränderung der Atmosphäre wie die Veränderung jeder anderen äußeren Existenzbedingung auf den Organismus direkt oder indirekt umgestaltend einwirkt, so ist dennoch diese einzelne Ursache an sich viel zu unbedeutend, um ihr solche Wirkungen zuzuschreiben. Sie ist selbst unbedeutender, als die von Lamarck zu einseitig betonte Übung und Gewohnheit. Das Hauptverdienst von Geoffroy besteht darin, dem mächtigen Einflusse von Cuvier gegenüber die einheitliche Naturanschauung, die Einheit der organischen Formbildung und den tiefen genealogischen Zusammenhang der verschiedenen organischen Gestalten geltend gemacht zu haben. Die berühmten Streitigkeiten zwischen den beiden großen Gegnern in der Pariser Akademie, insbesondere die beiden heftigen Konflikte am 22. Februar und am 19. Juli 1830, an denen Goethe den lebendigsten Anteil nahm,

habe ich bereits in dem vorhergehenden Vortrage erwähnt. Damals blieb Cuvier der anerkannte Sieger, und seit jener Zeit ist in Frankreich wenig für die weitere Entwicklung der Abstammungslehre und für den Ausbau einer monistischen Entwicklungstheorie geschehen. Offenbar ist dies vorzugsweise dem hinderlichen Einflusse zuzuschreiben, welchen Cuviers große Autorität ausübte. In keinem wissenschaftlich gebildeten Lande Europas hat Darwins Lehre zunächst so wenig gewirkt und ist so wenig verstanden worden wie in Frankreich. Die Akademie der Wissenschaften in Paris hat sogar den Vorschlag, Darwin zu ihrem Mitgliede zu ernennen, mehrmals verworfen, ehe sie sich selbst dieser höchsten Ehre für würdig erklärte. Unter den neueren französischen Naturforschern (vor Darwin!) sind nur noch zwei angesehene Botaniker hervorzuheben, Naudin (1852) und Lecoq (1854), welche sich zugunsten der Veränderlichkeit und Umbildung der Arten auszusprechen wagten.

Nachdem wir die älteren Verdienste der deutschen und französischen Naturphilosophie um die Begründung der Abstammungslehre erörtert haben, wenden wir uns zu England, welches seit dem Jahre 1859 der Ausgangsherd für die weitere Ausbildung und die definitive Feststellung der Entwicklungstheorie geworden ist. Im Anfange des neunzehnten Jahrhunderts haben die Engländer an der festländischen Naturphilosophie und an deren bedeutendstem Fortschritte, der Deszendenztheorie, nur wenig Anteil genommen. Fast der einzige ältere englische Naturforscher, den wir hier zu nennen haben, ist Erasmus Darwin, der Großvater des Reformators der Deszendenztheorie. Er veröffentlichte im Jahre 1794 unter dem Titel „Zoonomia" ein naturphilosophisches Werk, in welchem er ganz ähnliche Ansichten wie Goethe und Lamarck ausspricht, ohne jedoch von diesen Männern damals irgend etwas gewußt zu haben. Die Deszendenztheorie lag schon damals gleichsam in der Luft. Auch Erasmus Darwin legt

großes Gewicht auf die Umgestaltung der Tier- und Pflanzenarten durch ihre eigene Lebenstätigkeit, durch die Angewöhnung an veränderte Existenzbedingungen usw. Sodann spricht sich im Jahre 1822 W. Herbert dahin aus, daß die Arten oder Spezies der Tiere und Pflanzen nichts weiter seien, als beständig gewordene Varietäten oder Spielarten. Ebenso erklärte 1826 Grant in Edinburg, daß neue Arten durch fortdauernde Umbildung aus bestehenden Arten hervorgehen. 1841 behauptete Freke, daß alle organischen Wesen von einer einzigen Urform abstammen müßten. Ausführlicher und in sehr klarer philosophischer Form bewies 1852 Herbert Spencer die Notwendigkeit der Abstammungslehre und begründete dieselbe näher in seinen 1858 erschienenen vortrefflichen „Essays" und in den später veröffentlichten „Principles of Biology". Derselbe hat zugleich das große Verdienst, die Entwicklungstheorie auf die Psychologie angewandt und gezeigt zu haben, daß auch die Seelentätigkeiten und die Geisteskräfte nur stufenweise erworben und allmählich entwickelt werden konnten. Endlich ist noch hervorzuheben, daß 1859 der erste unter den englischen Zoologen, Huxley, die Deszendenztheorie als die einzige Schöpfungshypothese bezeichnete, welche mit der wissenschaftlichen Physiologie vereinbar sei. In demselben Jahre erschien die „Einleitung in die tasmanische Flora", worin der berühmte englische Botaniker Hooker die Deszendenztheorie annimmt und durch wichtige eigene Beobachtungen unterstützt.

Sämtliche Naturforscher und Philosophen, welche Sie in dieser kurzen historischen Übersicht als Anhänger der Entwicklungstheorie kennen gelernt haben, gelangten im besten Falle zu der Anschauung, daß alle verschiedenen Tier- und Pflanzenarten, die zu irgendeiner Zeit auf der Erde gelebt haben und noch jetzt leben, die allmählich veränderten und umgebildeten Nachkommen von einer einzigen oder von einigen wenigen ursprünglichen, höchst einfachen Stammformen sind; und das letztere einst durch Ur-

zeugung (Generatio spontanea) aus organischer Materie entstanden. Aber keiner von jenen Naturphilosophen gelangte dazu, diesen Grundgedanken der Abstammungslehre ursächlich zu begründen und die Umbildung der organischen Spezies durch den wahren Nachweis ihrer mechanischen Ursachen wirklich zu erklären. Diese schwierigste Aufgabe vermochte erst Charles Darwin zu lösen, und hierin liegt die weite Kluft, welche denselben von seinen Vorgängern trennt.

Das außerordentliche Verdienst Darwins ist nach meiner Ansicht ein doppeltes: er hat erstens die Abstammungslehre, deren Grundgedanken schon Goethe und Lamarck klar aussprachen, viel umfassender entwickelt, viel eingehender verfolgt und viel strenger im Zusammenhang durchgeführt, als alle seine Vorgänger; und er hat zweitens eine neue Theorie aufgestellt, welche uns die natürlichen Ursachen der organischen Entwicklung, die wahren, bewirkenden Faktoren der organischen Formbildung, der Veränderungen und Umformungen der Tier- und Pflanzenarten enthüllt. Das ist die Theorie von der natürlichen Züchtung (Selectio naturalis).

Um die Bedeutung dieses doppelten Verdienstes richtig zu würdigen, muß man bedenken, daß fast die gesamte Biologie vor Darwin den entgegengesetzten Anschauungen huldigte, und daß fast bei allen Zoologen und Botanikern die absolute Selbständigkeit der organischen Spezies als selbstverständliche Voraussetzung aller Formbetrachtungen galt. Das falsche Dogma von der Beständigkeit und unabhängigen Erschaffung der einzelnen Arten hatte eine so hohe Autorität und eine so allgemeine Geltung gewonnen und wurde außerdem durch den trügenden Augenschein bei oberflächlicher Betrachtung so sehr begünstigt, daß wahrlich kein geringer Grad von Mut, Kraft und Verstand dazu gehörte, sich reformatorisch dagegen zu erheben und das künstlich darauf errichtete Lehrgebäude zu zertrümmern. Außerdem brachte uns aber Darwin noch den neuen

und höchst wichtigen Grundgedanken der „natürlichen Züchtung".

Man muß diese beiden Punkte scharf unterscheiden — freilich geschieht es häufig nicht —, man muß scharf unterscheiden erstens die Abstammungslehre oder Deszendenztheorie von Lamarck, welche bloß behauptet, daß alle Tier- und Pflanzenarten von gemeinsamen, einfachsten, spontan entstandenen Urformen abstammen — und zweitens die Züchtungslehre oder Selektionstheorie von Darwin, welche uns zeigt, warum diese fortschreitende Umbildung der organischen Gestalten stattfand, welche physiologischen, mechanisch wirkenden Ursachen die ununterbrochene Neubildung und die immer wachsende Mannigfaltigkeit der Tiere und Pflanzen bedingen.

Eine volle und gerechte Würdigung kann Darwins unsterbliches Verdienst erst später erwarten, wenn die Entwicklungstheorie, nach Überwindung aller entgegengesetzten Schöpfungstheorien, als das oberste Erklärungsprinzip der Anthropologie und dadurch aller anderen Wissenschaften anerkannt sein wird. Gegenwärtig, wo in dem heiß entbrannten Kampfe um die Wahrheit Darwins Name den Anhängern der natürlichen Entwicklungstheorie als Losung dient, wird sein Verdienst oft in entgegengesetzter Richtung verkannt. Die einen sind nicht selten ebenso geneigt, es zu überschätzen, als die anderen, es herabzusetzen.

Überschätzt wird Darwins Verdienst, wenn man ihn als den Begründer der Deszendenztheorie oder gar der gesamten Entwicklungslehre bezeichnet. Wie Sie aus der historischen Darstellung dieses und der vorhergehenden Vorträge bereits entnommen haben, ist die Entwicklungstheorie als solche nicht neu; alle Naturphilosophen, welche sich nicht dem blinden Glauben an das Dogma einer übernatürlichen Schöpfung gebunden überliefern wollten, mußten eine natürliche Entwicklung annehmen. Aber auch die Deszendenztheorie, als der umfassende biologische Teil der universalen Entwicklungslehre, wurde von La-

marck bereits so klar ausgesprochen und bis zu den wichtigsten Konsequenzen ausgeführt, daß wir ihn als den eigentlichen Begründer derselben verehren müssen. Daher darf nicht die Deszendenztheorie als Darwinismus bezeichnet werden, sondern nur die Selektionstheorie.

Unterschätzt wird Darwins Verdienst natürlich von allen seinen Gegnern. Doch kann man jetzt von wissenschaftlichen Gegnern desselben, die durch gründliche biologische Bildung zur Abgabe eines Urteils berechtigt wären, eigentlich nicht mehr reden. Denn unter allen gegen Darwin und die Deszendenztheorie veröffentlichten Schriften kann mit Ausnahme derjenigen von Agassiz keine einzige Anspruch überhaupt auf Berücksichtigung, geschweige denn Widerlegung erheben; so offenbar sind sie alle entweder ohne gründliche Kenntnis der biologischen Tatsachen, oder ohne klares philosophisches Verständnis derselben geschrieben. Um die Angriffe von Theologen und anderen Laien aber, die überhaupt sehr wenig von der Natur wissen, brauchen sich die Naturforscher nicht weiter zu kümmern.

Der berühmteste und entschiedenste wissenschaftliche Gegner Darwins war Louis Agassiz. Er verwarf überhaupt die ganze Entwicklungstheorie. Seine prinzipielle Opposition verdient Beachtung, wenn auch nur als philosophische Kuriosität. In der 1869 in Paris erschienenen französischen Übersetzung seines vorher von uns betrachteten „Essay on classification" hat Agassiz seinen schon früher vielfach geäußerten Gegensatz gegen den „Darwinismus" in die entschiedenste Form gebracht. Er hat dieser Übersetzung einen besonderen, 16 Seiten langen Abschnitt angehängt, welcher den Titel führt: „Le Darwinisme. Classification de Haeckel". In diesem sonderbaren Kapitel stehen die wunderlichsten Dinge zu lesen, wie z. B.: „Die Darwinsche Idee ist eine Konzeption a priori. — Der Darwinismus ist eine Travestie der Tatsachen. — Der Darwinismus schließt fast die ganze Masse der erworbenen Kenntnisse aus, um

nur das zurückzubehalten und sich zu assimilieren, was seiner Doktrin dienen kann!"

Das heißt denn doch die ganze Sachlage vollständig auf den Kopf stellen! Der Biologe, der die Tatsachen kennt, muß über den Mut erstaunen, mit dem Agassiz solche Sätze ausspricht, Sätze, an denen kein wahrer Buchstabe ist, und die er selbst nicht glauben kann! Die unerschütterliche Stärke der Deszendenztheorie liegt gerade darin, daß sämtliche biologische Tatsachen eben nur durch sie erklärbar sind, ohne sie dagegen unverständliche Wunder bleiben. Alle unsere „erworbenen Kenntnisse" in der vergleichenden Anatomie und Physiologie, in der Embryologie und Paläontologie, in der Lehre von der geographischen und topographischen Verbreitung der Organismen usw., sie alle sind unwiderlegliche Zeugnisse für die Wahrheit der Deszendenztheorie.

Mit Louis Agassiz ist im Dezember 1873 der letzte Gegner des Darwinismus ins Grab gestiegen, der überhaupt wissenschaftliche Beachtung verdiente. Seine letzte Schrift (erst nach seinem Tode in dem „Atlantic Monthly" vom Januar 1874 erschienen) behandelt die „Entwicklung und Permanenz des Typus"; sie ist speziell gegen Darwins Ideen und gegen meine phylogenetischen Theorien gerichtet. Allein der eigentliche Kern der Sache wird darin gar nicht berührt. Die außerordentliche Schwäche dieses letzten Versuches beweist deutlicher als alles andere, daß das Arsenal unserer Gegner völlig erschöpft ist.

Ich habe in meiner Generellen Morphologie und besonders im sechsten Buche derselben (in der Generellen Phylogenie) den „Essay on classification" von Agassiz in allen wesentlichen Punkten eingehend widerlegt. In meinem 24sten Kapitel habe ich demjenigen Abschnitte, den er selbst für den wichtigsten hielt (über die Gruppenstufen oder Kategorien des Systems), eine sehr ausführliche und streng wissenschaftliche Erörterung gewidmet; ich glaube gezeigt zu haben, daß dieser ganze Abschnitt ein reines

Luftschloß, ohne jede Spur von realer Begründung ist. Agassiz hat sich aber wohl gehütet, auf diese Widerlegung irgendwie einzugehen; er war auch nicht imstande, irgend etwas Stichhaltiges dagegen vorzubringen. Er kämpfte nicht mit Beweisgründen, sondern mit Phrasen. Eine derartige Gegnerschaft wird aber den vollständigen Sieg der Entwicklungstheorie nicht aufhalten, sondern nur beschleunigen!

Im Beginne des 20. Jahrhunderts galt noch ein einziger berühmter Naturforscher in weiten Kreisen als mächtiger Gegner der Entwicklungstheorie und insbesondere ihres wichtigsten Folgeschlusses, der „Affenabstammung des Menschen"; das war der hochverdiente Pathologe Rudolf Virchow (gest. 1902). Indessen beschränkten sich die Reden, welche derselbe seit 30 Jahren gegen die moderne Entwicklungslehre alljährlich hielt, nur auf allgemeine Proteste; niemals hat er den Versuch gemacht, dieselbe eingehend zu widerlegen oder etwas Besseres an ihre Stelle zu setzen. Die mächtig fortschreitende Wissenschaft ist über diese leeren Proteste zur Tagesordnung übergegangen.

Ebenso wirkungslos sind auch die Angriffe geblieben, welche in neuerer Zeit gegen den Darwinismus einerseits von der klerikalen Reaktion, anderseits von dem teleologischen Vitalismus gerichtet worden sind. Jährlich erscheinen Tausende von biologischen Arbeiten, welche Darwins und Lamarcks Lehren zur Erklärung der mannigfaltigsten biologischen Erscheinungen erfolgreich verwerten, und das ist der beste Beweis für ihre unvergängliche Bedeutung.

SECHSTER VORTRAG

Entwicklungstheorie von Lyell und Darwin.

In den letzten drei Jahrzehnten, welche vor dem Erscheinen von Darwins Werk verflossen, vom Jahre 1830 bis 1859, blieben in den organischen Naturwissenschaften die Schöpfungsvorstellungen Cuviers herrschend. Man bequemte sich zu der unwissenschaftlichen Annahme, daß im Verlaufe der Erdgeschichte eine Reihe von unerklärlichen Erdrevolutionen periodisch die ganze Tier- und Pflanzenwelt vernichtet habe, und daß am Ende jeder Revolution, beim Beginne einer neuen Periode, eine neue, vermehrte und verbesserte Auflage der organischen Bevölkerung erschienen sei. Freilich war die Anzahl dieser Schöpfungsauflagen durchaus streitig und in Wahrheit gar nicht festzustellen; auch wiesen die zahlreichen Fortschritte, welche in allen Gebieten der Zoologie und Botanik während dieser Zeit gemacht wurden, immer dringender auf die Unhaltbarkeit jener bodenlosen Hypothese Cuviers und auf die Wahrheit der natürlichen Entwicklungstheorie Lamarcks hin; allein trotzdem blieb die erstere fast allgemein bei den Biologen in Geltung. Dies ist vor allem der hohen Autorität zuzuschreiben, welche sich Cuvier erworben hatte; hier zeigt sich wieder schlagend — ähnlich wie später bei Virchow — der schädliche Einfluß, welchen der Glaube an eine bestimmte Autorität auf das Entwicklungsleben der Menschen ausübt; — jene Autorität, von der Goethe einmal treffend sagt: daß sie im einzelnen verewigt,

was einzeln vorübergehen sollte, daß sie ablehnt und an sich vorübergehen läßt, was festgehalten werden sollte, und daß sie hauptsächlich schuld ist, wenn die Menschheit nicht vom Flecke kommt.

Außer dem großen Gewicht von Cuviers Autorität war auch die gewaltige Macht der menschlichen Trägheit hinderlich, welche sich nur schwer entschließt, von dem breitgetretenen Wege der alltäglichen Vorstellungen abzugehen und neue, noch nicht bequem gebahnte Pfade zu betreten; durch sie läßt es sich begreifen, daß Lamarcks Deszendenztheorie erst 1859 zur Geltung gelangte, nachdem Darwin ihr ein neues Fundament gegeben hatte. Der empfängliche Boden für dieselbe war längst vorbereitet, ganz besonders durch das Verdienst eines anderen englischen Naturforschers, des 1875 gestorbenen Charles Lyell; auf seine hohe Bedeutung für die „natürliche Schöpfungsgeschichte" müssen wir hier notwendig einen Blick werfen.

Unter dem Titel: Grundsätze der Geologie (Principles of geology) veröffentlichte Charles Lyell 1830 ein klassisches Werk, welches die Entwicklungsgeschichte der Erde von Grund aus umgestaltete; es reformierte dieselbe in ähnlicher Weise wie 30 Jahre später Darwins Werk die Biologie. Lyells epochemachendes Buch zerstörte Cuviers Schöpfungshypothese an der Wurzel; es erschien in demselben Jahre, in welchem Cuvier seine großen Triumphe über die Naturphilosophie feierte und seine Oberherrschaft über das morphologische Gebiet auf drei Jahrzehnte hinaus befestigte. Cuvier hatte durch seine künstliche Schöpfungshypothese und die damit verbundene Katastrophentheorie einer natürlichen Entwicklungstheorie geradezu den Weg verlegt und den Faden der natürlichen Erklärung abgeschnitten. Lyell brach derselben wieder freie Bahn und führte einleuchtend den geologischen Beweis, daß jene dualistischen Vorstellungen Cuviers ebensowohl ganz unbegründet als auch ganz überflüssig seien. Diejenigen Veränderungen der Erdoberfläche, welche

noch jetzt unter unsern Augen vor sich gehen, erklären nach Lyell vollkommen hinreichend alles, was wir von der Entwicklung der Erdrinde überhaupt wissen; es ist daher unzulässig, in rätselhaften Revolutionen die unerklärlichen Ursachen dafür zu suchen. Man braucht weiter nichts zu Hülfe zu nehmen als außerordentlich lange Zeiträume, um die Entstehung des Baues der Erdrinde auf die einfachste und natürlichste Weise aus denselben Ursachen zu erklären, welche noch heutzutage wirksam sind. Wie Johannes Walther in seiner vortrefflichen „Einleileitung in die Geologie" zeigte, hatte schon acht Jahre vor Lyell ein deutscher Forscher dieselbe „Ontologische Methode" oder das Prinzip des Aktualismus angewendet, Karl Hoff (aus Gotha), in seiner originellen „Geschichte der durch Überlieferung nachgewiesenen natürlichen Veränderungen der Erdoberfläche" (4 Bände, 1822). Aber erst Lyell vermochte Hoffs Anschauungen zur vollen Geltung zu bringen.

Früher dachte man sich, daß die höchsten Gebirgsketten der Erde ihren Ursprung nur ungeheuren, einen großen Teil der Erdoberfläche umgestaltenden Revolutionen, insbesondere kolossalen vulkanischen Ausbrüchen verdanken könnten. Solche Bergketten, z. B. wie die Alpen oder wie die Kordilleren, sollten auf einmal aus dem feuerflüssigen Erdinnern durch einen ungeheuren Spalt der weit geborstenen Erdrinde emporgestiegen sein. Lyell zeigte dagegen, daß wir uns die Entwicklung solcher gewaltigen Gebirgsketten ganz natürlich aus denselben langsamen, unmerklichen Hebungen und Senkungen der Erdoberfläche erklären können, die noch jetzt fortwährend vor sich gehen, und deren Ursachen keineswegs wunderbar sind. Wenn diese Senkungen und Hebungen auch vielleicht im Jahrhundert nur ein paar Zoll oder höchstens einige Fuß betragen, so können sie doch bei einer Dauer von einigen Jahrmillionen vollständig genügen, um die höchsten Gebirgsketten hervortreten zu lassen. Auch die meteorologische Tätig-

keit der Atmosphäre, die Wirksamkeit des Regens und des Schnees, ferner die Brandung der Küste, welche an und für sich nur unbedeutend zu wirken scheinen, müssen die größten Veränderungen hervorbringen, wenn man nur hinlänglich große Zeiträume dafür in Anspruch nimmt. Die Summierung der kleinsten Ursachen bringt die größten Wirkungen hervor. Der Wassertropfen höhlt den Stein aus.

Auf die unermeßliche Länge der geologischen Zeiträume, welche hierzu erforderlich sind, müssen wir notwendig später noch einmal zurückkommen; denn auch für Darwins Theorie, ebenso wie für diejenige Lyells, bleibt die Annahme ungeheurer Zeitmaße ganz unentbehrlich. Wenn die Erde und ihre Organismen sich wirklich auf natürlichem Wege entwickelt haben, so muß diese langsame und allmähliche Entwicklung jedenfalls eine Zeitdauer in Anspruch genommen haben, deren Vorstellung unser Fassungsvermögen gänzlich übersteigt. Da viele aber gerade hierin eine Hauptschwierigkeit jener Entwicklungstheorien erblicken, so will ich jetzt schon vorausgreifend bemerken, daß wir in der Tat nicht einen einzigen vernünftigen Grund haben, uns die hierzu erforderliche Zeit irgendwie beschränkt zu denken. Denn wir wissen ja längst schon aus dem Bau und der Dicke der geschichteten Erdrinde, daß die Entstehung derselben, der Absatz der neptunischen Gesteine aus dem Wasser, allermindestens mehrere Millionen Jahre gedauert haben muß. Ob wir aber hypothetisch für diesen Prozeß zehn Millionen oder zehntausend Billionen Jahre annehmen, ist vom Standpunkte der kritischen Naturphilosophie gänzlich gleichgültig. Vor uns und hinter uns liegt die Ewigkeit. Wenn sich bei vielen gegen die Annahme von so ungeheuren Zeiträumen das Gefühl sträubt, so ist das die Folge der falschen Vorstellungen, welche uns von frühester Jugend an über die angeblich kurze, nur wenige Jahrtausende umfassende Geschichte der Erde eingeprägt werden.

Wie Albert Lange in seiner vortrefflichen Geschichte des Materialismus schlagend beweist, ist es vom streng kritischen Standpunkt aus jeder naturwissenschaftlichen Hypothese viel eher erlaubt, die Zeiträume zu groß, als zu klein anzunehmen. Jeder Entwicklungsvorgang läßt sich um so eher begreifen, je längere Zeit er dauert; ein kurzer und beschränkter Zeitraum für denselben ist von vornherein das Unwahrscheinlichste.

Wir haben hier nicht Zeit, auf Lyells vorzügliches Werk näher einzugehen, und wollen daher bloß das wichtigste Resultat desselben hervorheben, daß es nämlich Cuviers Schöpfungsgeschichte mit ihren mythischen Revolutionen gründlich widerlegte; an ihre Stelle trat einfach die beständige Umbildung der Erdrinde durch die fortdauernde Tätigkeit der noch jetzt auf die Erdoberfläche wirkenden Kräfte, die Tätigkeit des Wassers und des vulkanischen Erdinnern. Lyell wies also einen kontinuierlichen, ununterbrochenen Zusammenhang der ganzen Erdgeschichte nach, und er bewies denselben so unwiderleglich, er begründete so einleuchtend die Herrschaft der „existing causes" der noch heute wirksamen, dauernden Ursachen in der Umbildung der Erdrinde, daß in kurzer Zeit die Geologie Cuviers Hypothese vollkommen aufgab.

Nun ist es aber merkwürdig, daß die Paläontologie, die Wissenschaft von den Versteinerungen, soweit sie von den Botanikern und Zoologen betrieben wurde, von diesem großen Fortschritte der Geologie scheinbar unberührt blieb. Die Biologie nahm fortwährend noch jene wiederholte neue Schöpfung der gesamten Tier- und Pflanzenbevölkerung im Beginne jeder neuen Periode der Erdgeschichte an, obwohl diese Hypothese von den einzelnen, schubweise in die Welt gesetzten Schöpfungen ohne die Ausnahme der Revolutionen reiner Unsinn wurde und gar keinen Halt mehr hatte. Offenbar ist es vollkommen ungereimt, eine besondere neue Schöpfung der ganzen Tier- und Pflanzenwelt zu bestimmten Zeitabschnitten

anzunehmen, ohne daß die Erdrinde selbst dabei irgendeine beträchtliche allgemeine Umwälzung erfährt. Trotzdem aber jene Vorstellung auf das engste mit der Katastrophentheorie Cuviers zusammenhing, blieb sie doch nach deren Zerstörung noch drei Dezennien hindurch herrschend.

Erst dem umfassenden und vorurteilsfreien Genius von Charles Darwin war es vorbehalten, diesen Zwiespalt völlig zu beseitigen. Er bewies klar, daß auch die Lebewelt der Erde eine ebenso kontinuierlich zusammenhängende Geschichte hat wie die anorganische Rinde der Erde; daß auch die Tiere und Pflanzen ebenso allmählich durch Umwandlung auseinander hervorgegangen sind wie die wechselnden Formen der Erdrinde, die Kontinente und der sie umschließenden und trennenden Meere aus früheren, ganz davon verschiedenen Formen entstanden sind. Wir können in dieser Beziehung wohl sagen, daß Darwin auf dem Gebiete der Zoologie und Botanik den gleichen Fortschritt herbeiführte wie Lyell, sein großer Landsmann, auf dem Gebiete der Geologie. Durch beide wurde der ununterbrochene Zusammenhang der geschichtlichen Entwicklung bewiesen und eine allmähliche Umänderung der verschiedenen aufeinanderfolgenden Zustände dargetan.

Das besondere Verdienst Darwins ist nun, wie bereits in dem vorigen Vortrage bemerkt wurde, ein doppeltes. Er hat erstens die von Lamarck und Goethe aufgestellte Deszendenztheorie in viel umfassenderer Weise als Ganzes behandelt und im Zusammmenhang durchgeführt, als es von allen seinen Vorgängern geschehen war. Zweitens aber hat er dieser Abstammungslehre durch seine ihm eigentümliche Züchtungslehre (die Selektionstheorie) das kausale Fundament gegeben, d. h. er hat die wirkenden Ursachen der Veränderungen nachgewiesen, welche von der Abstammungslehre nur als Tatsachen behauptet wurden. Die von Lamarck 1809 in die Biologie eingeführte Deszendenztheorie behauptet, daß alle verschiedenen Tier- und Pflanzenarten von einer

einzigen oder einigen wenigen, höchst einfachen, spontan entstandenen Urformen abstammen. Die von Darwin 1859 begründete Selektionstheorie zeigt uns, warum dies der Fall sein mußte; sie weist uns die wirkenden Ursachen so nach, wie es Kant nur wünschen konnte; Darwin ist in der Tat auf dem Gebiete der organischen Naturwissenschaft der neue Newton geworden, dessen Kommen Kant prophetisch verneinen zu können glaubte.

Ehe wir nun an Darwins Theorie herantreten, wollen wir einiges über die Persönlichkeit dieses großen Naturforschers vorausschicken, über sein Leben und die Wege, auf denen er zur Aufstellung seiner Lehre gelangte. Seine ausführliche Lebensgeschichte (in drei Bänden) ist 1887 von einem seiner Söhne, Francis Darwin, herausgegeben worden. Charles Robert Darwin ist am 12. Februar 1809 zu Shrewsbury am Severnfluß geboren und am 19. April 1882 auf seinem Landgute Down in Kent, 73 Jahre alt, gestorben. Im siebzehnten Jahre (1825) bezog er die Universität Edinburg, und zwei Jahre später Christ's College zu Cambridge. Kaum 22 Jahre alt, wurde er 1831 zur Teilnahme an einer wissenschaftlichen Expedition berufen, welche von den Engländern ausgeschickt wurde, vorzüglich um die Südspitze Südamerikas genauer zu erforschen und verschiedene Punkte der Südsee zu untersuchen. Diese Expedition hatte, gleich vielen anderen rühmlichen, von England ausgerüsteten Forschungsreisen, sowohl wissenschaftliche, als auch praktische, auf die Schiffahrt bezügliche Aufgaben zu erfüllen. Das Schiff, von Kapitän Fitzroy kommandiert, führte in treffend symbolischer Weise den Namen „Beagle" oder Spürhund. Die Reise des Beagle, welche fünf Jahre dauerte, wurde für Darwins ganze Entwicklung von der größten Bedeutung. Schon im ersten Jahre, als er zum erstenmal den Boden Südamerikas betrat, keimte in ihm der Gedanke der Abstammungslehre auf, den er dann späterhin zu so vollendeter Blüte entwickelte. Die Reise selbst hat Darwin in

einem von Dieffenbach in das Deutsche übersetzten Werke beschrieben; sie ist sehr anziehend geschildert und wirft ein helles Licht auf die vielseitigen Talente des jungen Naturforschers. In dieser Reisebeschreibung tritt uns nicht allein die liebenswürdige Persönlichkeit Darwins in sehr anziehender Weise entgegen, sondern wir können auch vielfach die Spuren der Wege erkennen, auf denen er zu seinen Vorstellungen gelangte. Als Resultat dieser Reise erschien zunächst ein großes wissenschaftliches Reisewerk, an dessen zoologischem und geologischem Teil sich Darwin bedeutend beteiligte; ferner eine ausgezeichnete Arbeit desselben über die Bildung der Korallenriffe, welche allein genügt haben würde, seinen Namen mit bleibendem Ruhme zu krönen. Bekanntlich bestehen die Inseln der Südsee größtenteils aus Korallenriffen oder sind von solchen umgeben. Die verschiedenen merkwürdigen Formen derselben und ihr Verhältnis zu den nicht aus Korallen gebildeten Inseln vermochte man sich früher nicht befriedigend zu erklären. Erst Darwin war es vorbehalten, diese schwierige Aufgabe zu lösen, indem er außer der aufbauenden Tätigkeit der Korallentiere auch geologische Hebungen und Senkungen des Meeresbodens für die Entstehung der verschiedenen Riffgestalten in Anspruch nahm. Darwins Theorie von der Entstehung der Korallenriffe ist, ebenso wie seine spätere Lehre von der Entstehung der organischen Arten, eine Theorie, welche die Erscheinungen vollkommen erklärt und dafür nur die einfachsten natürlichen Ursachen in Anspruch nimmt, ohne sich hypothetisch auf irgendwelche unbekannten Vorgänge zu beziehen. Unter den übrigen früheren Arbeiten Darwins ist noch seine ausgezeichnete Monographie der Cirripedien hervorzuheben, einer merkwürdigen Klasse von Seetieren, welche im äußeren Ansehen den Muscheln gleichen und von Cuvier in der Tat für zweischalige Mollusken gehalten wurden, während sie in Wahrheit zu den Krebstieren (Krustazeen) gehören.

Nach der Rückkehr von seiner großen Reise lebte Darwin sechs Jahre (von 1836 bis 1842) teils in London, teils in Cambridge. Im Winter 1839 verheiratete er sich mit seiner Cousine Emma Wedgewood. Die außerordentlichen Strapazen, denen er während der fünfjährigen Reise des Beagle ausgesetzt war, hatten seine Gesundheit dergestalt zerrüttet, daß er sich bald aus dem unruhigen Treiben Londons zurückziehen mußte. Er kaufte sich im Herbst 1842 ein Landgut in dem kleinen Dorfe Down in der Nähe von Bromley in Kent (mit der Eisenbahn kaum eine Stunde von London entfernt). Hier verbrachte er in stiller Zurückgezogenheit vierzig Jahre, bis zum Ende seines Lebens unermüdlich mit wissenschaftlicher Arbeit beschäftigt. Die Abgeschiedenheit von dem unruhigen Getreibe der großen Weltstadt, der stille Verkehr mit der einsamen Natur und das glückliche Leben im Schoße seiner Familie erhielten seine Lust und Kraft zur Arbeit stets frisch, trotz seiner schwächlichen Gesundheit. Unbehelligt durch die verschiedenen Geschäfte, welche in London seine Kräfte zersplittert haben würden, konnte er seine ganze Tätigkeit auf das Studium des großen Problems konzentrieren, auf welches er durch jene Reise hingelenkt worden war. Um Ihnen zu zeigen, welche Wahrnehmungen während seiner Weltumsegelung vorzüglich den Grundgedanken der Selektionstheorie in ihm anregten, und in welcher Weise er denselben dann weiterentwickelte, erlauben Sie mir, Ihnen eine Stelle aus einem Briefe mitzuteilen, welchen Darwin am 8. Oktober 1864 an mich richtete:

„In Südamerika traten mir besonders drei Klassen von Erscheinungen sehr lebhaft vor die Seele: erstens die Art und Weise, in welcher nahe verwandte Spezies einander vertreten und ersetzen, wenn man von Norden nach Süden geht; — zweitens die nahe Verwandtschaft derjenigen Spezies, welche die Südamerika nahe gelegenen Inseln bewohnen, und derjenigen Spezies, welche diesem Festland eigentümlich sind; dies setzte mich in tiefes Erstaunen, beson-

ders die Verschiedenheit derjenigen Spezies, welche die nahe gelegenen Inseln des Galapagos-Archipels bewohnen; — drittens die nahe Beziehung der lebenden zahnlosen Säugetiere (Edentata) und Nagetiere (Rodentia) zu den ausgestorbenen Arten. Ich werde niemals mein Erstaunen vergessen, als ich ein riesengroßes Panzerstück ausgrub, ähnlich demjenigen eines lebenden Gürteltieres.

„Als ich über diese Tatsachen nachdachte und einige ähnliche Erscheinungen damit verglich, schien es mir wahrscheinlich, daß nahe verwandte Spezies von einer gemeinsamen Stammform abstammen könnten. Aber einige Jahre lang konnte ich nicht begreifen, wie eine jede Form so ausgezeichnet ihren besonderen Lebensverhältnissen angepaßt werden konnte. Ich begann darauf systematisch die Haustiere und die Gartenpflanzen zu studieren und sah nach einiger Zeit deutlich ein, daß die wichtigste umbildende Kraft in des Menschen Zuchtwahlvermögen liege, in seiner Benutzung auserlesener Individuen zur Nachzucht. Dadurch, daß ich vielfach die Lebensweise und Sitten der Tiere studiert hatte, war ich darauf vorbereitet, den Kampf ums Dasein richtig zu würdigen; und meine geologischen Arbeiten gaben mir eine Vorstellung von der ungeheuren Länge der verflossenen Zeiträume. Als ich dann durch einen glücklichen Zufall das Buch von Malthus „über die Bevölkerung" las, tauchte der Gedanke der natürlichen Züchtung in mir auf. Unter allen den untergeordneten Punkten war der letzte, den ich schätzen lernte, die Bedeutung und Ursache des Divergenzprinzips."

Während der Muße und Zurückgezogenheit, in der Darwin nach der Rückkehr von seiner Reise lebte, beschäftigte er sich, wie aus dieser Mitteilung hervorgeht, zunächst vorzugsweise mit dem Studium der Organismen im Kulturzustande, der Haustiere und Gartenpflanzen. Unzweifelhaft war dies der nächste und richtigste Weg, um zur Selektionstheorie zu gelangen. Wie in allen seinen Arbeiten, verfuhr

Darwin dabei äußerst sorgfältig und genau. Er hat mit bewunderungswürdiger Vorsicht und Selbstverleugnung vom Jahre 1837 bis 1858, also 21 Jahre lang, über diese Sache nichts veröffentlicht, selbst nicht eine vorläufige Skizze seiner Theorie, welche er schon 1844 niedergeschrieben hatte. Er wollte immer noch mehr sicher begründete empirische Beweise sammeln, um so die Theorie ganz vollständig, auf möglichst breiter Erfahrungsgrundlage festgestellt, mitteilen zu können. Dieses Streben nach möglichster Vervollkommnung barg in sich die Gefahr, daß die Theorie überhaupt niemals veröffentlicht würde. Zum Glück wurde Darwin aber darin durch einen Landsmann gestört, welcher unabhängig von ihm die Selektionstheorie sich ausgedacht und aufgestellt hatte; dieser sendete 1858 die Grundzüge derselben an Darwin selbst ein mit der Bitte, sie an Lyell zur Veröffentlichung in einem englischen Journale zu übergeben. Dieser Engländer war Alfred Wallace, einer der kühnsten und verdientesten naturwissenschaftlichen Reisenden der neueren Zeit. Viele Jahre war Wallace allein in den Wildnissen von Südamerika und in den Urwäldern des indischen Archipels umhergestreift; und bei diesem unmittelbaren und umfassenden Studium der reichsten und interessantesten Natur, mit einer höchst mannigfaltigen Tier- und Pflanzenwelt, war er genau zu denselben allgemeinen Anschauungen über die Entstehung der organischen Arten wie Darwin gelangt. Lyell und Hooker, welche beide Darwins Arbeit seit langer Zeit kannten, veranlaßten ihn nun, einen kurzen Auszug aus seinen Manuskripten gleichzeitig mit dem eingesandten Manuskript von Wallace zu veröffentlichen, was auch im August 1858 im „Journal of the Linnean Society“ geschah.

Im November 1859 erschien dann das epochemachende Werk Darwins „Über die Entstehung der Arten“, in welchem die Selektionstheorie ausführlich begründet ist. Jedoch bezeichnete Darwin selbst dieses Buch, von welchem 1872 die sechste Auflage

und bereits 1860 eine deutsche Übersetzung von Bronn erschien, nur als einen vorläufigen Auszug aus einem größeren und ausführlicheren Werke, welches in umfassender empirischer Beweisführung eine Masse von Tatsachen zugunsten seiner Theorie enthalten sollte. Der erste Teil dieses großen von Darwin in Aussicht gestellten Werkes erschien 1868 unter dem Titel: „Das Variieren der Tiere und Pflanzen im Zustande der Domestikation"; er wurde, gleich den späteren Schriften, von Viktor Carus ins Deutsche übersetzt. Er enthält eine reiche Fülle der trefflichsten Belege für die außerordentlichen Veränderungen der organischen Formen, welche der Mensch durch seine Kultur und künstliche Züchtung hervorbringen kann. So sehr wir auch Darwin für diesen Überfluß an beweisenden Tatsachen verbunden sind, so teilen wir doch keineswegs die Meinung jener Naturforscher, welche glauben, daß durch diese weiteren Ausführungen die Selektionstheorie eigentlich erst fest begründet werden mußte. Nach unserer Ansicht enthält bereits Darwins erstes, 1859 erschienenes Werk diese Begründung in völlig ausreichendem Maße. Die unangreifbare Stärke seiner Theorie liegt nicht in der Unmasse von einzelnen Tatsachen, welche man als Beweise dafür anführen kann, sondern in dem harmonischen Zusammenhang aller großen und allgemeinen Erscheinungsreihen der organischen Natur; sie alle legen übereinstimmend für die Wahrheit der Selektionstheorie Zeugnis ab.

Den wichtigsten Folgeschluß der Deszendenztheorie, die Abstammung des Menschengeschlechts von anderen Säugetieren, mußte Darwin natürlich bald ziehen, nachdem er sich von der Wahrheit der ersteren überzeugt hatte. Allein in seinem Hauptwerke ging er absichtlich darauf nicht ein. Erst nachdem dieser bedeutungsvolle Schluß von anderen Naturforschern entschieden als notwendige Konsequenz der Abstammungslehre festgestellt war, hat Darwin denselben ausdrücklich anerkannt und da-

mit „die Krönung seines Gebäudes" vollzogen. Dies geschah in dem höchst interessanten, erst 1871 erschienenen Werke über „die Abstammung des Menschen und die geschlechtliche Zuchtwahl" (ebenfalls von Viktor Carus in das Deutsche übersetzt). Als ein Nachtrag zu diesem Buche kann das geistreiche physiognomische Werk angesehen werden, welches Darwin 1872 „über den Ausdruck der Gemütsbewegungen bei dem Menschen und den Tieren" veröffentlicht hat.

Von der größten Bedeutung für die Begründung der Selektionstheorie war das eingehende Studium, welches Darwin den Haustieren und Kulturpflanzen widmete. Die unendlich mannigfaltigen Formveränderungen, welche der Mensch an diesen domestizierten Organismen durch künstliche Züchtung erzeugt hat, sind für das richtige Verständnis der Tier- und Pflanzenformen von der allergrößten Wichtigkeit; und dennoch ist ihr Studium in kaum glaublicher Weise von den Zoologen und Botanikern bis in die neueste Zeit vernachlässigt worden. Nicht allein dicke Bände, sondern ganze Bibliotheken sind mit Beschreibungen der einzelnen Arten oder Spezies angefüllt worden und mit höchst kindischen Streitigkeiten darüber, ob diese Spezies gute oder ziemlich gute, schlechte oder ziemlich schlechte Arten seien, ohne daß dem Artbegriff selbst darin zu Leibe gegangen ist. Die wichtigste Vorfrage, was denn eigentlich eine Spezies sei, wurde dabei nicht berührt. Wenn die Naturforscher, statt auf jene unnützen Spielereien Zeit zu verwenden, die Kulturorganismen gehörig studiert und nicht die einzelnen toten Formen, sondern die Umbildung der lebendigen Gestalten in das Auge gefaßt hätten, so würden sie nicht so lange in den Fesseln des Cuvierschen Dogmas befangen geblieben sein. Weil nun aber diese Kulturorganismen gerade der dogmatischen Auffassung von der Beharrlichkeit der Art, von der Konstanz der Spezies so äußerst unbequem sind, so hat man sich großenteils absichtlich nicht um dieselben bekümmert. Viel-

fach ist sogar, selbst von berühmten Naturforschern, der Gedanke ausgesprochen worden, diese Kulturorganismen, die Haustiere und Gartenpflanzen, seien Kunstprodukte des Menschen; ihre Bildung und Umbildung könne gar nicht über das Wesen der Spezies und über die Entstehung der Formen bei den wilden, im Naturzustande lebenden Arten entscheiden.

Diese verkehrte Auffassung ging so weit, daß z. B. ein Münchener Zoologe, Andreas Wagner, allen Ernstes die lächerliche Behauptung aufstellte: Die Tiere und Pflanzen im wilden Zustande sind vom Schöpfer als bestimmt unterschiedene und unveränderliche Arten erschaffen worden; allein bei den Haustieren und Kulturpflanzen war dies deshalb nicht nötig, weil er dieselben von vornherein für den Gebrauch des Menschen einrichtete. Der Schöpfer machte also den Menschen aus einem Erdenkloß, blies ihm lebendigen Odem in seine Nase und schuf dann für ihn die verschiedenen nützlichen Haustiere und Gartenpflanzen, bei denen er sich in der Tat die Mühe der Speziesunterscheidung sparen konnte. Ob der Baum des Erkenntnisses im Paradiesgarten eine „gute" wilde Spezies oder als Kulturpflanze überhaupt „keine Spezies" war, erfahren wir leider durch Andreas Wagner nicht. Da der Baum des Erkenntnisses vom Schöpfer mitten in den Paradiesgarten gesetzt wurde, möchte man eher glauben, daß er eine höchst bevorzugte Kulturpflanze, also überhaupt keine Spezies war. Da aber anderseits die Früchte vom Baume des Erkenntnisses dem Menschen verboten waren, und viele Menschen, wie Wagners eigenes Beispiel klar zeigt, niemals von diesen Früchten genossen haben, so ist er offenbar nicht für den Gebrauch des Menschen erschaffen, also wahrscheinlich eine wirkliche Spezies! Wie schade, daß uns Wagner über diese wichtige und schwierige Frage nicht belehrt hat!

Wie lächerlich Ihnen diese Ansicht auch vorkommen mag, so ist dieselbe doch nur ein folgerichtiger Auswuchs einer falschen, in der Tat aber weit verbreiteten Ansicht von dem besonderen Wesen der

Kulturorganismen, und Sie können bisweilen von ganz angesehenen Naturforschern ähnliche Einwürfe hören. Gegen diese grundfalsche Auffassung muß ich mich von vornherein ganz bestimmt wenden; sie ist ebenso verkehrt wie die Ansicht mancher Ärzte, welche behaupten, die Krankheiten seien künstliche Erzeugnisse der Kultur, keine Naturerscheinungen. Es hat viel Mühe gekostet, dieses Vorurteil zu bekämpfen; erst in neuerer Zeit ist die Ansicht zur allgemeinen Anerkennung gelangt, daß die Krankheiten weiter nichts sind als natürliche Veränderungen des Organismus, wirklich natürliche Lebenserscheinungen, hervorgebracht durch veränderte, abnorme Existenzbedingungen. Die Krankheit ist also nicht, wie die älteren Ärzte oft sagten, ein Leben außerhalb der Natur (vita praeter naturam), sondern ein natürliches Leben unter bestimmten schädlichen, den Körper mit Gefahr bedrohenden Bedingungen. Gleicherweise sind auch die Kulturorganismen nicht künstliche Produkte des Menschen, sondern sie sind Naturprodukte, welche unter eigentümlichen Lebensbedingungen entstanden. Der Mensch vermag durch seine Kultur niemals unmittelbar eine neue organische Form zu erzeugen, sondern er kann nur die Organismen unter neuen Lebensbedingungen züchten, welche umbildend auf sie einwirken. Alle Haustiere und alle Gartenpflanzen stammen ursprünglich von wilden Arten ab, welche erst durch die Kultur allmählich umgebildet worden sind.

Die eingehende Vergleichung der Kulturformen (Rassen und Spielarten) mit den wilden, nicht durch Kultur veränderten Organismen (Arten und Varietäten) ist für die Selektionstheorie von der größten Wichtigkeit. Was Ihnen bei dieser Vergleichung zunächst am meisten auffällt, das ist die kurze Zeit, in welcher der Mensch imstande ist, eine neue Form hervorzubringen, und die auffallende Verschiedenheit der Gestalt, durch welche diese vom Menschen produzierte Form von der ursprünglichen Stammform abweichen kann. Die wilden Tiere und Pflanzen, im

freien Zustande, erscheinen jahraus jahrein dem sammelnden Zoologen und Botaniker annähernd in derselben Form, so daß eben hieraus das falsche Dogma der Spezieskonstanz entstehen konnte. Hingegen zeigen uns die Haustiere und die Gartenpflanzen oft innerhalb weniger Jahre die größten Veränderungen. Die Vervollkommnung, welche die Züchtungskunst der Gärtner und der Landwirte erreicht hat, gestattet jetzt in sehr kurzer Zeit, in wenigen Jahren, eine ganz neue Tier- und Pflanzenform willkürlich zu schaffen. Man braucht zu diesem Zwecke bloß den Organismus unter dem Einflusse der besonderen Bedingungen zu erhalten und fortzupflanzen, welche neue Bildungen zu erzeugen imstande sind; und man kann schon nach Verlauf von wenigen Generationen neue Arten erhalten, welche von der Stammform in viel höherem Grade abweichen als die sogenannten guten Arten im wilden Zustande voneinander verschieden sind. Diese Tatsache ist äußerst wichtig und kann nicht genug hervorgehoben werden. Zwar wird noch oft behauptet, die Kulturformen, die von einer und derselben Form abstammen, seien nicht so sehr voneinander verschieden wie die wilden Tier- und Pflanzenarten unter sich. Allein das ist nicht wahr. Wenn man nur unbefangen Vergleiche anstellt, so überzeugt man sich leicht vom Gegenteil. Eine Menge von Rassen oder Spielarten, die wir in einer kurzen Reihe von Jahren von einer einzigen Kulturform abgeleitet haben, sind in viel höherem Grade voneinander unterschieden als sogenannte gute Arten („bonae species") oder selbst verschiedene Gattungen einer Familie im wilden Zustande.

Um diese äußerst wichtige Tatsache möglichst fest empirisch zu begründen, beschloß Darwin, eine einzelne Gruppe von Haustieren eingehend in dem ganzen Umfang ihrer Formenmannigfaltigkeit zu studieren. Er wählte dazu die Haustauben, weil diese in mehrfacher Beziehung dafür ganz besonders geeignet sind. Er hielt sich lange Zeit hindurch auf seinem Gute alle möglichen Rassen und Spielarten

von Tauben, welche er bekommen konnte, und wurde mit reichlichen Zusendungen aus allen Weltgegenden unterstützt. Ferner ließ er sich in zwei Londoner Taubenklubs aufnehmen, welche die Züchtung der verschiedenen Taubenformen mit wahrhaft künstlerischer Virtuosität und unermüdlicher Leidenschaft betreiben. Endlich setzte er sich noch mit einigen der berühmtesten Taubenliebhaber in Verbindung. So erhielt er das reichste empirische Material.

Die Kunst und Liebhaberei der Taubenzüchtung ist uralt. Schon mehr als 3000 Jahre vor Christus wurde sie von den Ägyptern betrieben. Die Römer der Kaiserzeit gaben ungeheure Summen dafür aus und führten genaue Stammbaumregister über ihre Abstammung, ebenso wie die Araber über ihre Pferde und die mecklenburgischen Edelleute über ihre eigenen Ahnen sehr sorgfältige genealogische Register führen. Auch in Asien war die Taubenzucht eine uralte Liebhaberei der reichen Fürsten, und zur Hofhaltung des Akber Khan, um das Jahr 1600, gehörten mehr als 20000 Tauben. So entwickelten sich denn im Laufe mehrerer Jahrtausende und infolge der mannigfaltigen Züchtungsmethoden, welche in den verschiedensten Gegenden geübt wurden, aus einer einzigen ursprünglich gezähmten Stammform eine ungeheure Menge verschiedenartiger Rassen und Spielarten; ihre extremen Formen sind außerordentlich verschieden.

Eine der auffallendsten Taubenrassen ist die bekannte Pfauentaube, bei der sich der Schwanz ähnlich entwickelt wie beim Truthahn und eine Anzahl von 30 bis 40 radartig gestellten Federn trägt, während die andern Tauben eine viel geringere Anzahl von Schwanzfedern, fast immer 12, besitzen. Hierbei mag erwähnt werden, daß die Anzahl der Schwanzfedern bei den Vögeln als systematisches Merkmal von den Naturforschern sehr hochgeschätzt wird, so daß man ganze Ordnungen danach unterscheiden könnte. So besitzen z. B. die Singvögel fast ohne Ausnahme 12 Schwanzfedern, die Schrillvögel (Strisores)

10 usw. Besonders ausgezeichnet sind ferner mehrere Taubenrassen durch einen Busch von Nackenfedern, welcher eine Art Perücke bildet; andere durch abenteuerliche Umbildung des Schnabels und der Füße, durch eigentümliche, oft sehr auffallende Verzierungen, z. B. Hautlappen, die sich am Kopf entwickeln; durch einen großen Kropf, welcher eine starke Hervortreibung der Speiseröhre am Halse bildet, usw. Merkwürdig sind auch die sonderbaren Gewohnheiten, welche viele Tauben erworben haben, z. B. die Lachtauben und die Trommeltauben in ihren musikalischen Leistungen, die Brieftauben in ihrem topographischen Instinkt. Die Purzeltauben haben die seltsame Gewohnheit, nachdem sie in großer Schar in die Luft gestiegen sind, sich zu überschlagen und aus der Luft wie tot herabzufallen. Die Sitten und Gewohnheiten dieser unendlich verschiedenen Taubenrassen, die Form, Größe und Färbung der einzelnen Körperteile, die Proportionen derselben untereinander sind in erstaunlich hohem Maße voneinander verschieden, in viel höherem Maße, als es bei den sogenannten guten Arten oder selbst bei ganz verschiedenen Gattungen unter den wilden Tauben der Fall ist. Und, was das Wichtigste ist, es beschränken sich jene Unterschiede nicht bloß auf die Bildung der äußerlichen Form, sondern erstrecken sich selbst auf die wichtigsten innerlichen Teile; es kommen sogar sehr bedeutende Abänderungen des Skeletts und der Muskulatur vor. So finden sich z. B. große Verschiedenheiten in der Zahl der Wirbel und Rippen, in der Größe und Form der Lücken im Brustbein, in der Gestalt und Größe des Gabelbeins, des Unterkiefers, der Gesichtsknochen usw. Kurz das knöcherne Skelett, das die Morphologen für einen sehr beständigen Körperteil halten, zeigt sich so sehr verändert, daß man viele Taubenrassen als besondere Gattungen aufführen könnte. Zweifelsohne würde dies geschehen, wenn man alle diese verschiedenen Formen getrennt in wildem Naturzustande auffände.

Wie weit die Verschiedenheit der Taubenrassen geht, zeigt am besten der Umstand, daß fast alle Taubenzüchter einstimmig der Ansicht sind, jede eigentümliche oder besonders ausgezeichnete Taubenrasse müsse von einer besonderen wilden Stammart abstammen. Freilich nimmt jeder eine verschiedene Zahl von Stammarten an. Und dennoch hat Darwin mit überzeugendem Scharfsinn den schwierigen Beweis geführt, daß dieselben ohne Ausnahme sämtlich von einer einzigen wilden Stammart, der blauen Felstaube (Columbia livia), abstammen müssen. In gleicher Weise läßt sich bei den meisten übrigen Haustieren und bei den meisten Kulturpflanzen der Beweis führen, daß alle verschiedenen Rassen Nachkommen einer einzigen ursprünglichen wilden Art sind, die vom Menschen in den Kulturzustand übergeführt wurde.

Ein ähnliches Beispiel wie die Haustaube liefert unter den Säugetieren unser zahmes Kaninchen. Alle Zoologen ohne Ausnahme halten es schon seit langer Zeit für erwiesen, daß alle Rassen und Spielarten desselben von dem gewöhnlichen wilden Kaninchen, also von einer einzigen Stammart abstammen. Und dennoch sind die extremsten Formen dieser Rasse in einem ganz erstaunlichen Grade voneinander verschieden; jeder Zoologe, welcher dieselben in wildem Zustande anträfe, würde sie unbedenklich nicht allein für ganz verschiedene „gute Spezies", sondern sogar für Arten von ganz verschiedenen Gattungen der Leporiden-Familie erklären. Nicht nur ist die Färbung, Haarlänge und sonstige Beschaffenheit des Pelzes bei den verschiedenen zahmen Kaninchenrassen außerordentlich mannigfaltig und in den extremen Gegensätzen äußerst abweichend, sondern auch, was noch viel wichtiger ist, die typische Form des Skeletts und seiner einzelnen Teile, besonders die Form des Schädels und des für die Systematik so wichtigen Gebisses, ferner das relative Längenverhältnis der Ohren, der Beine usw. In allen diesen Beziehungen weichen die Rassen des zahmen Kanin-

chens unbestritten viel weiter voneinander ab, als alle die verschiedenen Formen von wilden Kaninchen und Hasen, die als anerkannt „gute Spezies" der Gattung Lepus über die ganze Erde zerstreut sind. Und dennoch behaupten angesichts dieser klaren Tatsache die Gegner der Entwicklungstheorie, daß die letzteren, die wilden Arten, nicht von einer gemeinsamen Stammform abstammen können, während sie dies bei den ersteren, den zahmen Rassen, ohne weiteres zugeben. Mit Gegnern, welche so absichtlich ihre Augen vor dem sonnenklaren Lichte der Wahrheit verschließen, läßt sich dann freilich nicht weiter streiten.

Während so für die Haustaube, für das zahme Kaninchen, für das Pferd usw. trotz der merkwürdigen Verschiedenheit ihrer Spielarten die Abstammung von einer einzigen wilden sogenannten „Spezies" gesichert erscheint, so ist es dagegen für andere Haustiere, namentlich die Hunde, Schweine und Rinder, allerdings wahrscheinlicher, daß die mannigfaltigen Rassen derselben von mehreren wilden Stammarten abzuleiten sind, welche sich nachträglich im Kulturzustande miteinander vermischt haben. Indessen ist die Zahl dieser ursprünglichen wilden Stammarten immer gering und viel kleiner als die Zahl der aus ihrer Vermischung und Züchtung hervorgegangenen Kulturformen. Natürlich stammen auch jene ersteren ursprünglich alle von einer einzigen gemeinsamen Stammform der ganzen Gattung ab. Auf keinen Fall aber stammt jede besondere Kulturrasse von einer eigenen wilden Art ab.

Im Gegensatz hierzu behaupten die meisten Landwirte und Gärtner mit der größten Bestimmtheit, daß jede einzelne von ihnen gezüchtete Rasse von einer besonderen wilden Stammart abstammen müsse, weil sie die Unterschiede der Rassen scharf erkennen, die Vererbung ihrer Eigenschaften sehr hochschätzen und nicht bedenken, daß dieselben erst durch langsame Häufung kleiner, kaum merklicher Abänderungen entstanden sind. Auch in dieser Be-

ziehung ist die Vergleichung der Kulturrassen mit den wilden Spezies äußerst lehrreich.

Von vielen Seiten und namentlich von den Gegnern der Entwicklungstheorie ist die größte Mühe aufgewendet worden, irgendein morphologisches oder physiologisches Merkmal, irgendeine charakteristische Eigenschaft aufzufinden, durch welche man die künstlich gezüchteten, kultivierten „Rassen" von den natürlich entstandenen, wilden „Arten" scharf und durchgreifend trennen könne. Alle diese Versuche sind gänzlich fehlgeschlagen und haben nur mit um so größerer Sicherheit zu dem entgegengesetzten Resultate geführt; sie haben klar gelehrt, daß eine solche Trennung gar nicht möglich ist.

Nur eine Seite dieser Frage mag hier noch kurz berührt werden, weil dieselbe nicht allein von den Gegnern, sondern selbst von einigen der bedeutendsten Anhänger des Darwinismus, z. B. von Huxley, als eine der schwächsten Seiten desselben angesehen worden ist, nämlich das Verhältnis der Bastardzeugung oder des Hybridismus. Zwischen kultivierten Rassen und wilden Arten sollte der Unterschied bestehen, daß die ersteren der Erzeugung fruchtbarer Bastarde fähig sein sollten, die letzteren nicht. Je zwei verschiedene kultivierte Rassen oder wilde Varietäten einer Spezies sollten in allen Fällen die Fähigkeit besitzen, miteinander Bastarde zu erzeugen, welche sich untereinander oder mit einer ihrer Elternformen fruchtbar vermischen und fortpflanzen könnten. Dagegen sollten zwei wirklich verschiedene Spezies, zwei kultivierte oder wilde Arten einer Gattung, niemals die Fähigkeit besitzen, miteinander Bastarde zu zeugen, die untereinander oder mit einer der elterlichen Arten sich fruchtbar kreuzen könnten.

Was zunächst die erste Behauptung betrifft, so wird sie einfach durch die Tatsache widerlegt, daß es Organismen gibt, die sich mit ihren nachweisbaren Vorfahren überhaupt nicht mehr vermischen, also auch keine fruchtbare Nachkommenschaft erzeugen können. So paart sich z. B. unser kultiviertes Meer-

schweinchen nicht mehr mit seinem wilden brasilianischen Stammvater. Umgekehrt geht die Hauskatze von Paraguay, welche von unserer europäischen Hauskatze abstammt, keine Verbindung mehr mit dieser ein. Es hat sich zwischen der alten Stammform und den lange getrennten Epigonen eine instinktive Abneigung entwickelt, welche die Paarung verhindert. Ein besonders interessantes Beispiel dafür bietet das Porto-Santo-Kaninchen dar (Lepus Huxleyi). Auf der kleinen Insel Porto-Santo bei Madeira wurden im Jahre 1419 einige Kaninchen ausgesetzt, die an Bord eines Schiffes von einem zahmen spanischen Kaninchen geboren worden waren. Diese Tierchen vermehrten sich in kurzer Zeit, da keine Raubtiere dort waren, so massenhaft, daß sie zur Landplage wurden und sogar eine dortige Kolonie zur Aufhebung zwangen. Noch gegenwärtig bewohnen sie die Insel in Menge, haben sich aber im Laufe von 480 Jahren zu einer ganz eigentümlichen Spielart — oder wenn man will „guten Art" entwickelt, ausgezeichnet durch eigentümliche Färbung, rattenähnliche Form, geringe Größe, nächtliche Lebensweise und außerordentliche Wildheit. Das Wichtigste jedoch ist, daß sich diese neue Art, die ich Lepus Huxleyi nenne, mit dem europäischen Kaninchen, von dem sie abstammt, nicht mehr kreuzt und keine Bastarde mehr damit erzeugt.

Auf der anderen Seite kennen wir jetzt zahlreiche Beispiele von fruchtbaren echten Bastarden, d. h. von Mischungen, die aus der Kreuzung von zwei ganz verschiedenen Arten hervorgegangen sind, und trotzdem sowohl untereinander, als auch mit einer ihrer Stammarten sich fortpflanzen. Den Botanikern sind solche „Bastardarten" (Species hybridae) längst in Menge bekannt, z. B. aus den Gattungen der Distel (Cirsium), des Goldregen (Cysticus), der Brombeere (Rubus) usw. Aber auch unter den Tieren sind dieselben keineswegs selten, und vielleicht sogar sehr häufig. Man kennt fruchtbare Bastarde, die aus der Kreuzung von zwei verschiedenen Arten einer Gat-

tung entstanden sind, aus mehreren Gattungen der Schmetterlings-Ordnung (Zygaena, Saturnia), der Karpfen-Familie, der Finken, Hühner, Hunde, Katzen usw. Zu den interessantesten gehört das Hasen-Kaninchen (Lepus Darwinii), der Bastard von unseren einheimischen Hasen und Kaninchen, welcher in Frankreich schon seit 1850 zu gastronomischen Zwecken in vielen Generationen gezüchtet worden ist. Ich besitze selbst durch die Güte des Professor Conrad, welcher diese Züchtungsversuche auf seinem Gute wiederholt hat, solche Bastarde, welche aus reiner Inzucht hervorgegangen sind, d. h. deren beide Eltern selbst Bastarde von einem Hasenvater und einer Kaninchenmutter sind. Der so erzeugte Halbblutbastard, welchen ich Darwin zu Ehren benannt habe, scheint sich in reiner Inzucht so gut wie jede „echte Spezies" durch viele Generationen fortzupflanzen. Obwohl im ganzen mehr seiner Kaninchenmutter ähnlich, besitzt derselbe doch in der Bildung der Ohren und der Hinterbeine bestimmte Eigenschaften seines Hasenvaters. Das Fleisch schmeckt vortrefflich, mehr hasenartig, obwohl die Farbe mehr kaninchenartig ist. Nun sind aber Hase (Lepus timidus) und Kaninchen (Lepus cuniculus) zwei so verschiedene Spezies der Gattung Lepus, daß kein Systematiker sie als Varietäten einer Art betrachten wird. Auch haben beide Arten so verschiedene Lebensweise und im wilden Zustande so große Abneigung gegeneinander, daß sie sich aus freien Stücken nicht vermischen. Wenn man jedoch die neugeborenen Jungen beider Arten zusammen aufzieht, so kommt diese Abneigung nicht zur Entwicklung; sie vermischen sich miteinander und erzeugen den Lepus Darwinii.

Ein anderes ausgezeichnetes Beispiel von Kreuzung verschiedener Arten (wobei die beiden Spezies sogar verschiedenen Gattungen angehören!) liefern die fruchtbaren Bastarde von Schafen und Ziegen, die in Chile seit langer Zeit zu industriellen Zwecken gezogen werden. Welche unwesentlichen Umstände

bei der geschlechtlichen Vermischung die Fruchtbarkeit der verschiedenen Arten bedingen, das zeigt der Umstand, daß Ziegenböcke und Schafe bei ihrer Vermischung fruchtbare Bastarde erzeugen, während Schafbock und Ziege sich überhaupt selten paaren, und dann ohne Erfolg. Im botanischen Garten von Singapore sah ich im Oktober 1900 zwei sehr verschiedene Affenarten, die seit vielen Jahren in einem großen Käfig zusammenwohnen, der gemeine Makako (Macacus cynomolgus) und der große Schweinsaffe (Inuus nemestrinus). Obgleich beide Gattungen in Größe und Gestalt sehr voneinander abweichen, haben sie sich doch fruchtbar vermischt, und die eigentümlichen, daraus hervorgegangenen Bastarde sind unter sich ebenfalls fruchtbar. So sind also die Erscheinungen des Hybridismus, auf welche man irrtümlicherweise ein ganz übertriebenes Gewicht gelegt hat, für den Speziesbegriff gänzlich bedeutungslos. Die Bastardzeugung setzt uns ebensowenig, als irgendeine andere Erscheinung, in den Stand, die kultivierten Rassen von den wilden Arten durchgreifend zu unterscheiden. Dieser Umstand ist aber von der größten Bedeutung für die Selektionstheorie.

SIEBENTER VORTRAG

Die Züchtungslehre oder Selektionstheorie. (Der Darwinismus.)

Wenn heutzutage häufig die gesamte Entwicklungslehre, mit der wir uns in diesen Vorträgen beschäftigen, als Darwinismus bezeichnet wird, so geschieht dies eigentlich nicht mit Recht. Denn wie Sie aus der geschichtlichen Einleitung der letzten Vorträge gesehen haben werden, ist schon zu Anfang des neunzehnten Jahrhunderts der wichtigste Teil der organischen Entwicklungstheorie, nämlich die Abstammungslehre oder Deszendenztheorie, ganz deutlich ausgesprochen, und insbesondere durch Lamarck in die Naturwissenschaft eingeführt worden. Man könnte daher diesen Teil der Entwicklungstheorie, welcher die ursprüngliche Abstammung aller Tier- und Pflanzenarten von einfachsten gemeinsamen Stammformen behauptet, seinem verdientesten Begründer zu Ehren mit vollem Rechte Lamarckismus nennen, wenn man einmal an den Namen eines einzelnen hervorragenden Naturforschers das Verdienst knüpfen will, eine solche Grundlehre zuerst durchgeführt zu haben. Dagegen würden wir mit Recht als Darwinismus die Selektionstheorie oder Züchtungslehre zu bezeichnen haben, denjenigen Teil der Entwicklungstheorie, welcher uns zeigt, auf welchem Wege und warum die verschiedenen Organismenarten aus jenen einfachsten Stammformen sich entwickelt haben.

Diese Selektionstheorie oder der Darwinismus im

eigentlichen Sinne beruht wesentlich auf der Vergleichung der künstlichen und der natürlichen Zuchtwahl; diejenige Tätigkeit, welche der Mensch bei der Züchtung der Haustiere und Gartenpflanzen ausübt, wird verglichen mit denjenigen Vorgängen, welche in der freien Natur, außerhalb des Kulturzustandes, zur Entstehung neuer Arten und neuer Gattungen führen. Wir müssen uns, um diese letzten Vorgänge zu verstehen, also zunächst zur künstlichen Züchtung des Menschen wenden, wie es auch von Darwin selbst geschehen ist. Wir müssen untersuchen, welche Erfolge der Mensch durch seine künstliche Züchtung erzielt und welche Mittel er anwendet, um diese Erfolge hervorzubringen; und dann müssen wir uns fragen: „Gibt es in der Natur ähnliche Kräfte, ähnlich wirkende Ursachen, wie sie der Mensch hier anwendet?"

Was nun zunächst die künstliche Züchtung betrifft, so gehen wir von der zuletzt erörterten Tatsache aus, daß deren Produkte in nicht seltenen Fällen viel mehr voneinander verschieden sind, als die Erzeugnisse der natürlichen Züchtung. In der Tat weichen die Rassen oder Spielarten oft in viel höherem Grade und in viel wichtigeren Eigenschaften voneinander ab, als es viele sogenannte „gute Arten" oder Spezies, ja bisweilen sogar mehr, als es sogenannte „gute Gattungen" im Naturzustande tun. Vergleichen Sie z. B. die verschiedenen Äpfelsorten, welche die Gartenkunst von einer und derselben ursprünglichen Apfelform gezogen hat, oder vergleichen Sie die verschiedenen Pferderassen, welche die Tierzüchter aus einer und derselben ursprünglichen Form des Pferdes abgeleitet haben, so finden Sie leicht, daß die Unterschiede der am meisten abweichenden Formen außerordentlich bedeutend sind, viel bedeutender, als die sogenannten „spezifischen Unterschiede", welche die Zoologen und Botaniker bei Vergleichung der wilden Arten anwenden, um dadurch verschiedene sogenannte „gute Arten" zu unterscheiden.

Wodurch bringt nun der Mensch diese außer-

ordentliche Verschiedenheit oder Divergenz mehrerer Formen hervor, die erwiesenermaßen von einer und derselben Stammform abstammen? Lassen Sie uns zur Beantwortung dieser Frage einen Gärtner verfolgen, der eine neue, durch besonders schöne Blumenfarbe ausgezeichnete Pflanzenform züchten will. Derselbe wird zunächst unter einer großen Anzahl von Pflanzen, welche Sämlinge einer und derselben Pflanze sind, eine Auswahl oder Selektion treffen. Er wird diejenigen Pflanzen heraussuchen, welche die ihm erwünschte Blütenfarbe am meisten ausgeprägt zeigen. Gerade die Blütenfarbe ist ein sehr veränderlicher Gegenstand. Zum Beispiel zeigen Pflanzen, welche in der Regel eine weiße Blüte besitzen, sehr häufig Abweichungen ins Blaue oder Rote hinein. Wenn nun der Gärtner eine solche, gewöhnlich weiß blühende Pflanze in roter Farbe zu erhalten wünscht, so wird er sehr sorgfältig unter den mancherlei verschiedenen Abkömmlingen einer und derselben Samenpflanze diejenigen heraussuchen, die am deutlichsten einen roten Anflug zeigen; diese wird er ausschließlich aussäen, um neue Individuen derselben Art zu erzielen. Er wird die übrigen Samenpflanzen, die weiße oder weniger deutlich rote Farbe zeigen, ausfallen lassen und nicht weiter kultivieren. Ausschließlich diejenigen Pflanzen, deren Blüten das stärkste Rot zeigen, wird er fortpflanzen, und die Samen, welche diese auserlesenen Pflanzen bringen, wieder aussäen. Die Blüten von den Samenpflanzen dieser zweiten Generation werden durchschnittlich schon mehr rötlich gefärbt sein. Unter diesen wird der Gärtner wiederum diejenigen sorgfältig herauslesen, die das Rote am deutlichsten ausgeprägt haben. Wenn eine solche Auslese durch eine Reihe von sechs oder zehn Generationen hindurch geschieht, wenn immer mit großer Sorgfalt diejenige Blüte ausgesucht wird, die das tiefste Rot zeigt, so wird der Gärtner schließlich die gewünschte Pflanze mit rein roter Blütenfarbe bekommen.

Ebenso verfährt der Landwirt, welcher eine beson-

dere Tierrasse züchten will, also z. B. eine Schafsorte, welche sich durch besonders feine Wolle auszeichnet. Die einfache, bei der Vervollkommnung der Wolle angewandte Kunst besteht darin, daß der Landwirt mit der größten Sorgfalt und Ausdauer unter der ganzen Schafherde diejenigen Individuen aussucht, welche die feinste Wolle haben. Diese allein werden zur Nachzucht verwandt und unter der Nachkommenschaft dieser Auserwählten werden abermals diejenigen herausgesucht, die sich durch die beste Wolle auszeichnen usf. Wenn diese sorgfältige Auslese eine Reihe von Generationen hindurch fortgesetzt wird, so zeigen die auserlesenen Zuchtschafe schließlich eine sehr feine Wolle, welche sehr auffallend, und zwar nach dem Wunsche und zugunsten des Züchters, von der Wolle des ursprünglichen Stammvaters verschieden ist.

Die Unterschiede der einzelnen Individuen, auf die es bei dieser künstlichen Auslese ankommt, sind sehr klein. Ein gewöhnlicher ungeübter Mensch ist nicht imstande, die ungemein feinen Unterschiede der Einzelwesen zu erkennen, welche ein geübter Züchter auf den ersten Blick wahrnimmt. Das Geschäft des Züchters ist keine leichte Kunst; dasselbe erfordert einen außerordentlich scharfen Blick, eine große Geduld, eine äußerst sorgsame Behandlungsweise der zu züchtenden Organismen. Bei jeder einzelnen Generation fallen die Unterschiede der Individuen dem Laien vielleicht gar nicht in das Auge; aber durch die Häufung dieser feinen Unterschiede während einer Reihe von Generationen wird die Abweichung von der Stammform zuletzt sehr bedeutend. Sie wird so auffallend, daß endlich die künstlich erzeugte Form von der ursprünglichen Stammform in weit höherem Grade abweichen kann, als zwei sogenannte gute Arten im Naturzustande tun. Die Züchtungskunst ist jetzt so weit gediehen, daß der Mensch oft willkürlich bestimmte Eigentümlichkeiten bei den kultivierten Arten der Tiere und Pflanzen erzeugen kann. Man kann an die geübtesten

Züchter bestimmte Aufträge geben und z. B. sagen: Ich wünsche diese Nelkenart, oder diese Taubenrasse, in der und der Farbe, mit der und der Zeichnung zu haben. Wo die Züchtung so vervollkommnet ist, wie in England, sind die Gärtner und Landwirte häufig imstande, innerhalb einer bestimmten Zeitdauer, nach Verlauf einer Anzahl von Generationen, das verlangte Resultat auf Bestellung zu liefern. Einer der erfahrensten englischen Züchter, Sir John Sebright, konnte sagen „er wolle eine ihm aufgegebene Feder in drei Jahren hervorbringen, er bedürfe aber sechs Jahre, um eine gewünschte Form des Kopfes und Schnabels zu erlangen". Bei der Zucht der Merinoschafe in Sachsen werden die Tiere dreimal wiederholt nebeneinander auf Tische gelegt und auf das Sorgfältigste vergleichend studiert. Jedesmal werden nur die besten Schafe, mit der feinsten Wolle, ausgelesen, so daß zuletzt von einer großen Menge nur einzelne wenige, aber ganz auserlesen feine Tiere übrig bleiben. Nur diese letzten werden zur Nachzucht verwandt. Es sind also eigentlich ungemein einfache Ursachen, mittels welcher die künstliche Züchtung zuletzt große Wirkungen hervorbringt; und diese großen Wirkungen werden nur erzielt durch Summierung der einzelnen an sich sehr unbedeutenden Unterschiede, welche die fortwährend wiederholte Auslese oder Selektion vergrößert.

Ehe wir nun zur Vergleichung dieser künstlichen Züchtung mit der natürlichen übergehen, wollen wir uns klar machen, welche natürlichen Eigenschaften und Kräfte der Organismen der künstliche Züchter oder Kultivateur benutzt. Man kann alle verschiedenen, hierbei in das Spiel kommenden Kräfte schließlich auf zwei physiologische Grundeigenschaften des Organismus zurückführen, die sämtlichen Tieren und Pflanzen gemeinschaftlich sind, und die mit den beiden Tätigkeiten der Fortpflanzung und Ernährung auf das Innigste zusammenhängen. Diese beiden Grundeigenschaften sind die Erblichkeit oder

die Fähigkeit der Vererbung, und die Veränderlichkeit oder die Fähigkeit der Anpassung. Der Züchter geht von der Tatsache aus, daß alle Individuen einer und derselben Art verschieden sind, wenn auch in sehr geringem Grade; eine Tatsache, die sowohl von den Organismen im wilden wie im Kulturzustande gilt. Wenn Sie sich in einem Walde umsehen, der nur aus einer einzigen Baumart, z. B. Buche, besteht, werden Sie ganz gewiß im ganzen Walde nicht zwei Bäume dieser Art finden, die absolut gleich sind, die in der Form der Verästelung, in der Zahl der Zweige und Blätter, der Blüten und Früchte, sich vollkommen gleichen. Es finden sich individuelle Unterschiede überall, gerade so wie bei den Menschen. Es gibt nicht zwei Menschen, welche absolut identisch sind, vollkommen gleich in Größe, Gesichtsbildung, Zahl der Haare, Temperament, Charakter usw. Ganz dasselbe gilt aber auch von den Einzelwesen aller verschiedenen Tier- und Pflanzenarten. Bei den meisten Organismen erscheinen allerdings die Unterschiede für den Laien sehr geringfügig. Es kommt aber hierbei wesentlich auf die Übung in der Erkenntnis dieser oft sehr feinen Formcharaktere an. Ein Schafhirt z. B. kennt in seiner Herde jedes einzelne Individuum bloß durch genaue Beobachtung der Eigenschaften, während ein Laie nicht imstande ist, alle die verschiedenen Individuen einer und derselben Herde zu unterscheiden.

Die Tatsache der individuellen Verschiedenheit ist die äußerst wichtige Grundlage, auf welche sich das ganze Züchtungsvermögen des Menschen gründet. Wenn nicht überall jene individuellen Unterschiede wären, so könnte er nicht aus einer und derselben Stammform eine Masse verschiedener Spielarten oder Rassen erziehen. Nun ist aber in der Tat diese Erscheinung ganz allgemein. Wir müssen notwendig dieselbe auch da voraussetzen, wo wir mit unseren groben sinnlichen Hilfsmitteln nicht imstande sind, die Unterschiede zu erkennen. Bei den höheren Pflanzen, bei den Phanerogamen oder Blütenpflan-

zen, wo die einzelnen individuellen Stöcke so zahlreiche Unterschiede in der Zahl der Äste und Blätter, in der Bildung des Stammes und der Äste zeigen, können wir fast immer jene Differenzen leicht wahrnehmen. Aber bei den niederen Pflanzen, z. B. Mosen, Algen, Pilzen, und bei den meisten Tieren, namentlich den niederen Tieren, ist dies nicht der Fall. Die individuelle Unterscheidung aller Einzelwesen einer Art ist hier meistens äußerst schwierig oder ganz unmöglich. Es liegt jedoch kein Grund vor, bloß denjenigen Organismen eine individuelle Verschiedenheit zuzuschreiben, bei denen wir sie sogleich erkennen können. Vielmehr können wir dieselbe mit voller Sicherheit als allgemeine Eigenschaft aller Organismen annehmen. Wir dürfen dies um so mehr, da wir imstande sind, die Veränderlichkeit der Individuen auf die mechanischen Verhältnisse der Ernährung zurückzuführen. Wir können allein durch verschiedene Ernährung auffallende individuelle Unterschiede da hervorbringen, wo sie unter nicht veränderten Ernährungsverhältnissen nicht wahrzunehmen sein würden. Die vielen verwickelten Bedingungen der Ernährung sind aber niemals bei zwei Individuen einer Art absolut gleich.

Ebenso nun, wie wir die Veränderlichkeit oder Anpassungsfähigkeit in ursächlichem Zusammenhang mit den allgemeinen Ernährungsverhältnissen der Tiere und Pflanzen sehen, ebenso finden wir die zweite fundamentale Lebenserscheinung, mit der wir es hier zu tun haben, nämlich die Vererbungsfähigkeit oder Erblichkeit, in unmittelbarem Zusammenhang mit den Erscheinungen der Fortpflanzung. Nachdem der Landwirt oder der Gärtner bei der künstlichen Züchtung die bevorzugten Individuen ausgesucht, also die Veränderlichkeit benutzt hat, sucht er die veränderten Formen durch Vererbung festzuhalten und auszubilden. Er geht von der allgemeinen Tatsache aus, daß die Kinder ihren Eltern ähnlich sind: „Der Apfel fällt nicht weit vom Stamme". Diese Erscheinung der Erblichkeit ist

früher in sehr geringem Maße wissenschaftlich untersucht worden; das mag zum Teil daran liegen, daß die Erscheinung zu alltäglich ist. Jedermann findet es ganz natürlich, daß eine jede Art ihres Gleichen erzeugt, daß nicht plötzlich ein Pferd eine Gans oder eine Gans einen Frosch erzeugt. Man ist gewöhnt, diese alltäglichen Vorgänge der Erblichkeit als selbstverständlich anzusehen. Nun ist aber diese Erscheinung nicht so selbstverständlich einfach, wie sie auf den ersten Blick erscheint; namentlich wird sehr häufig bei Betrachtung der Erblichkeit übersehen, daß die verschiedenen Nachkommen eines und desselben Elternpaares in der Tat niemals einander ganz gleich, auch niemals absolut gleich den Eltern, sondern immer ein wenig verschieden sind. Wir können den Grundsatz der Erblichkeit nicht dahin formulieren: „Gleiches erzeugt Gleiches", sondern wir müssen ihn vielmehr bedingter dahin aussprechen: „Ähnliches erzeugt Ähnliches". Der Gärtner wie der Landwirt benutzt in dieser Beziehung die Tatsache der Vererbung im weitesten Umfang, und zwar mit besonderer Rücksicht darauf, daß nicht allein diejenigen Eigenschaften von den Organismen vererbt werden, die sie bereits von den Eltern ererbt haben, sondern auch diejenigen, die sie selbst erworben haben. Das ist ein höchst wichtiger Punkt, auf den sehr viel ankommt. Der Organismus vermag nicht allein auf seine Nachkommen diejenigen Eigenschaften, diejenige Gestalt, Farbe, Größe zu übertragen, die er selbst von seinen Eltern ererbt hat; er vermag auch gewisse Abänderungen dieser Eigenschaften zu vererben, die er erst während seines Lebens durch den Einfluß äußerer Umstände, des Klimas, der Nahrung usw., sowie durch Übung und Erziehung erworben hat.

Das sind die beiden Grundeigenschaften der Tiere und Pflanzen, welche die Züchter benutzen, um neue Formen zu erzeugen. So außerordentlich einfach das theoretische Prinzip der Züchtung ist, so schwierig und ungeheuer verwickelt ist im einzelnen die prak-

tische Verwertung dieses einfachen Prinzips. Der denkende, planmäßig arbeitende Züchter muß die Kunst verstehen, die allgemeine Wechselwirkung zwischen den beiden Grundeigenschaften der Erblichkeit und Veränderlichkeit richtig in jedem einzelnen Falle zu verwerten.

Wenn wir nun die eigentliche Natur jener beiden wichtigen Lebenseigenschaften untersuchen, so finden wir, daß wir sie, gleich allen physiologischen Funktionen, auf physikalische und chemische Ursachen zurückführen können; auf Eigenschaften und Bewegungserscheinungen der materiellen Teilchen, aus denen der Körper der Tiere und Pflanzen besteht. Wir wir später bei einer genaueren Betrachtung dieser beiden Funktionen zu begründen haben werden, ist ganz allgemein ausgedrückt die Vererbung wesentlich bedingt durch die materielle Kontinuität, durch die teilweise stoffliche Gleichheit des erzeugenden und des erzeugten Organismus, der Eltern und des Kindes. Bei jedem Zeugungsakte wird eine gewisse Menge von Plasma oder eiweisartiger Materie, das Keimplasma, von den Eltern auf das Kind übertragen; und mit diesem Protoplasma wird zugleich die demselben individuell eigentümliche Molekularbewegung übertragen. Diese molekularen Bewegungserscheinungen des Plasma, welche die Lebenserscheinungen hervorrufen und als die wahre Ursache derselben wirken, sind aber bei allen lebenden Individuen mehr oder weniger verschieden; sie sind unendlich mannigfaltig.

Andererseits ist die Anpassung oder Abänderung lediglich die Folge der materiellen Einwirkungen, welche die Materie des Organismus durch die denselben umgebende Materie erfährt, in der weitesten Bedeutung des Wortes durch die Lebensbedingungen. Die äußeren Einwirkungen der letzteren werden vermittelt durch die molekularen Ernährungsvorgänge in den einzelnen Körperteilen. Bei jedem Anpassungsakte wird im ganzen Individuum oder in einem Teile desselben die individuelle, jedem Teile eigentüm-

liche Molekularbewegung des Protoplasma durch mechanische, durch physikalische oder chemische Einwirkungen anderer Körper gestört oder verändert. Es werden also die angeborenen, ererbten Lebensbewegungen des Plasma, die molekularen Bewegungserscheinungen der kleinsten eiweisartigen Körperteilchen dadurch mehr oder weniger modifiziert. Die Erscheinung der Anpassung oder Abänderung beruht mithin auf der materiellen Einwirkung, welche der Organismus durch seine Umgebung oder seine Existenzbedingungen erleidet, während die Vererbung in der teilweisen Identität des zeugenden und des erzeugten Organismus begründet ist. Das sind die eigentlichen, einfachen, mechanischen Grundlagen des künstlichen Züchtungsprozesses.

Darwin frug sich nun: Kommt ein ähnlicher Züchtungsprozeß in der Natur vor, und gibt es in der Natur Kräfte, welche die Tätigkeit des Menschen bei der künstlichen Züchtung ersetzen können? Gibt es ein natürliches Verhältnis unter den wilden Tieren und Pflanzen, welches züchtend wirken kann, welches auslesend wirkt in ähnlicher Weise, wie bei der künstlichen Zuchtwahl der planmäßige Wille des Menschen eine Auswahl übt? Auf die Entdeckung eines solchen Verhältnisses kam hier alles an und sie gelang Darwin in so befriedigender Weise, daß wir eben deshalb seine Züchtungslehre oder Selektionstheorie als vollkommen ausreichend betrachten, um die Entstehung der wilden Tier- und Pflanzenarten mechanisch zu erklären. Dasjenige Verhältnis, welches im freien Naturzustand züchtend und umbildend auf die Formen der Tiere und Pflanzen einwirkt, bezeichnet Darwin mit dem Ausdruck: „Kampf ums Dasein" (Struggle for life).

Der „Kampf ums Dasein" ist rasch ein Stichwort des Tages geworden. Trotzdem ist diese Bezeichnung vielleicht in mancher Beziehung nicht ganz glücklich gewählt, und würde wohl schärfer gefaßt werden können als „Mitbewerbung um die notwendigen Existenzbedürfnisse". Man hat nämlich unter dem

„Kampfe um das Dasein" manche Verhältnisse begriffen, die eigentlich im strengen Sinne nicht hierher gehören. Zu der Idee des „Struggle for life" gelangte Darwin, wie aus dem im letzten Vortrage mitgeteilten Briefe ersichtlich ist, durch das Studium des Buches von Malthus „über die Bedingungen und die Folgen der Volksvermehrung". In diesem wichtigen Werke wurde behauptet, daß die Zahl der Menschen im ganzen durchschnittlich in geometrischer Progression wächst, während die Menge ihrer Nahrungsmittel nur in arithmetischer Progression zunimmt. Aus diesem Mißverhältnisse entspringen eine Masse von Übelständen in der menschlichen Gesellschaft, welche einen beständigen Wettkampf der Menschen um die Erlangung der notwendigen, aber nicht für alle ausreichenden Unterhaltsmittel veranlassen.

Darwins Theorie vom Kampf um das Dasein ist gewissermaßen eine allgemeine Anwendung der Bevölkerungstheorie von Malthus auf die Gesamtheit der organischen Natur. Sie geht von der Erwägung aus, daß die Zahl der möglichen organischen Individuen, welche aus den erzeugten Keimen hervorgehen könnten, viel größer ist, als die Zahl der wirklichen Individuen, welche tatsächlich gleichzeitig auf der Erdoberfläche leben. Die Zahl der möglichen oder potentiellen Individuen wird uns gegeben durch die Zahl der Eier und der ungeschlechtlichen Keime, welche die Organismen erzeugen. Die Zahl dieser Keime, aus deren jedem unter günstigen Verhältnissen ein Individuum entstehen könnte, ist unendlich größer, als die Zahl der wirklichen oder aktuellen Individuen, d. h. derjenigen, welche wirklich aus diesen Keimen entstehen, zur vollen Reife gelangen und sich fortpflanzen. Die bei weitem größte Zahl aller Keime geht in der frühesten Lebenszeit zugrunde, und es sind immer nur einzelne bevorzugte Organismen, welche sich ausbilden können, welche namentlich die erste Jugendzeit glücklich überstehen und schließlich zur Fortpflanzung gelangen. Diese wich-

tige Tatsache wird einfach bewiesen durch die Vergleichung der Eierzahl bei den einzelnen Arten mit der Zahl der Individuen, die von diesen Arten existieren. Diese Zahlenverhältnisse zeigen die auffallendsten Widersprüche. Es gibt z. B. Hühnerarten, welche sehr zahlreiche Eier legen, und die dennoch zu den seltensten Vögeln gehören; aber derjenige Vogel, der der gemeinste von allen sein soll, der Eissturmvogel (Procellaria glacialis), legt nur ein einziges Ei. Ebenso ist das Verhältnis bei anderen Tieren. Es gibt viele, sehr seltene, wirbellose Tiere, welche eine ungeheuere Masse von Eiern legen; und wieder andere, die nur sehr wenige Eier produzieren und doch zu den gemeinsten Tieren gehören. Denken Sie z. B. an das Verhältnis, welches sich bei den menschlichen Bandwürmern findet. Jeder Bandwurm erzeugt binnen kurzer Zeit Millionen von Eiern, während der Mensch, der den Bandwurm beherbergt, eine viel geringere Zahl Eier in sich bildet; und dennoch ist glücklicherweise die Zahl der Bandwürmer viel geringer als die der Menschen. Unter den Pflanzen sind viele prachtvolle Orchideen, die Tausende von Samen erzeugen, sehr selten, und einige asterähnliche Kompositen, die nur wenige Samen bilden, äußerst gemein.

Diese wichtige Tatsache ließe sich noch durch eine ungeheure Masse anderer Beispiele erläutern. Offenbar bedingt nicht die Zahl der wirklich vorhandenen Keime die Zahl der später ins Leben tretenden und sich am Leben erhaltenden Individuen. Die Zahl dieser letzteren wird vielmehr durch ganz andere Verhältnisse bedingt, zumal durch die Wechselbeziehungen, in denen sich jeder Organismus zu einer organischen, wie anorganischen Umgebung befindet. Jeder Organismus kämpft von Anbeginn seiner Existenz an mit einer Anzahl von feindlichen Einflüssen, er kämpft mit Tieren, welche von diesem Organismus leben, denen er als natürliche Nahrung dient, mit Raubtieren und mit Schmarotzertieren; er kämpft mit anorganischen Ein-

flüssen der verschiedensten Art, mit Temperatur, Witterung und anderen Umständen; er kämpft aber (und das ist viel wichtiger!) vor allem mit den ihm ähnlichsten, gleichartigen Organismen. Jedes Individuum einer jeden Tier- und Pflanzenart ist im heftigsten Wettstreit mit den anderen Individuen derselben Art begriffen, die mit ihm an demselben Orte leben. Die Mittel zum Lebensunterhalt sind in der Ökonomie der Natur nirgends in Fülle ausgestreut, vielmehr im ganzen sehr beschränkt und nicht entfernt für die Masse von Individuen ausreichend, die sich aus den Keimen entwickeln könnte. Daher müssen bei den meisten Tier- und Pflanzenarten die jugendlichen Individuen es sich recht sauer werden lassen, um die nötigen Mittel zum Lebensunterhalte zu erlangen. Notwendigerweise entwickelt sich daraus ein Wettkampf zwischen denselben um die Erlangung dieser unentbehrlichen Existenzbedingungen.

Dieser große Wettkampf um die Lebensbedürfnisse findet überall und jederzeit statt, ebenso bei den Menschen und Tieren, wie bei den Pflanzen, obgleich bei diesen auf den ersten Blick das Wechselverhältnis nicht so klar am Tage zu liegen scheint. Wenn ein kleines Ackerfeld übermäßig reichlich mit Weizen besäet ist, so kann von den zahlreichen jungen Weizenpflanzen (vielleicht von einigen Tausenden), die auf einem ganz beschränkten Raume emporkeimen, nur ein ganz kleiner Bruchteil sich am Leben erhalten. Da findet ein Wettkampf um den Bodenraum statt, den jede Pflanze zur Befestigung ihrer Wurzel braucht; ein Wettkampf um Luft, Sonnenlicht und Feuchtigkeit. Ebenso finden Sie bei jeder Tierart, daß alle Individuen einer und derselben Art miteinander um die Erlangung der unentbehrlichen Lebensbedingungen im weiteren Sinne des Wortes kämpfen. Allen sind sie gleich unentbehrlich; aber nur wenigen werden sie wirklich zuteil. Alle sind berufen; aber wenige sind auserwählt! Die Tatsache dieses großen Wettkampfes oder der Konkurrenz ist ganz allgemein. Sie brauchen bloß

Ihren Blick auf die menschliche Gesellschaft zu lenken; überall, in allen verschiedenen Fächern der menschlichen Tätigkeit, ist dieselbe wirksam. Auch hier werden die Verhältnisse des Wettkampfes wesentlich durch die freie Konkurrenz der verschiedenen Arbeiter einer und derselben Klasse bestimmt. Auch hier, wie überall, schlägt dieser Wettkampf zum Vorteil der Sache aus, zum Vorteil der Arbeit, welche der Gegenstand der Konkurrenz ist. Je größer und allgemeiner der Wettkampf, desto schneller häufen sich die Verbesserungen und Erfindungen auf diesem Arbeitsgebiete, desto mehr vervollkommnen sich die Arbeiter.

Nun ist offenbar die Stellung der verschiedenen Individuen in diesem Kampfe um das Dasein sehr ungleich. Ausgehend von der tatsächlichen Ungleichheit der Einzelwesen, müssen wir notwendig annehmen, daß nicht alle Individuen einer und derselben Art gleich günstige Aussichten haben. Schon von vornherein sind dieselben durch ihre verschiedenen Kräfte und Fähigkeiten verschieden im Wettkampfe gestellt, abgesehen davon, daß die Existenzbedingungen an jedem Punkte der Erdoberfläche verschieden sind und verschieden einwirken. Offenbar waltet hier ein unendlich verwickeltes Getriebe von Einwirkungen, die im Vereine mit der ursprünglichen Ungleichheit der Individuen während des bestehenden Wettkampfes um die Erlangung der Existenzbedingungen einzelne Individuen bevorzugen, andere benachteiligen. Die bevorzugten Individuen werden über die anderen den Sieg erlangen, und während die letzteren in mehr oder weniger früher Zeit zugrunde gehen, ohne Nachkommen zu hinterlassen, werden die ersteren allein jene überleben können und schließlich zur Fortpflanzung gelangen. Indem also voraussichtlich oder doch vorwiegend die im Kampfe um das Dasein begünstigten Einzelwesen zur Fortpflanzung gelangen, werden wir (schon allein infolge dieses Verhältnisses) in der nächsten Generation, die von dieser erzeugt wird, Unterschiede

von der vorhergehenden wahrnehmen. Es werden schon die Individuen dieser zweiten Generation, wenn auch nicht alle, doch zum Teil, durch Vererbung den individuellen Vorteil überkommen haben, durch welchen ihre Eltern über deren Nebenbuhler den Sieg davon trugen.

Nun wird aber — und das ist ein sehr wichtiges Vererbungsgesetz! —, wenn eine Reihe von Generationen hindurch eine solche Übertragung eines günstigen Charakters stattfindet, derselbe nicht einfach in der ursprünglichen Weise erhalten, sondern er wird fortwährend gehäuft und gestärkt; schließlich gelangt er in einer späteren Generation zu einer Stärke, welche diese Generation schon sehr wesentlich von der ursprünglichen Stammform unterscheidet. Lassen Sie uns zum Beispiel eine Anzahl von Pflanzen einer und derselben Art betrachten, die an einem sehr trocknen Standort zusammenwachsen; sie haben direkt mit dem Mangel an Wasser zu kämpfen und dann noch einen Wettkampf untereinander um die Erlangung des Wassers zu bestehen. Da die Haare der Blätter für die Aufnahme von Feuchtigkeit aus der Luft sehr nützlich sind, und da die Behaarung der Blätter sehr veränderlich ist, so werden an diesem ungünstigen Standorte die Individuen mit den dichtest behaarten Blättern bevorzugt sein. Diese werden allein aushalten, während die anderen, mit kahleren Blättern, zugrunde gehen; die behaarteren werden sich fortpflanzen, und die Abkömmlinge derselben werden sich durchschnittlich durch dichte und starke Behaarung mehr auszeichnen, als es bei den Individuen der ersten Generation der Fall war. Geht dieser Prozeß, verbunden mit anderen Wachstumsveränderungen, an einem und demselben Orte mehrere Generationen fort, so entsteht schließlich eine solche Häufung der neu erworbenen Eigenschaften, daß die Pflanze uns als eine ganz neue Art erscheint.

Dabei ist zu berücksichtigen, daß infolge der Wechselbeziehungen aller Teile zueinander in der

Regel nicht ein einzelner Teil des Organismus sich verändern kann, ohne zugleich Änderungen in anderen Teilen nach sich zu ziehen. Wenn also im letzten Beispiel die Zahl der Haare auf den Blättern bedeutend zunimmt, so wird dadurch anderen Teilen eine gewisse Menge von Nahrungsmaterial entzogen; das Material, welches zur Blütenbildung oder Samenbildung verwendet werden könnte, wird verringert, und es wird dann die geringere Größe der Blüte oder des Samens die mittelbare oder indirekte Folge des Kampfes ums Dasein werden, welcher zunächst nur eine Veränderung der Blätter bewirkte. Der Kampf um das Dasein wirkt also in diesem Falle züchtend und umbildend. Das Ringen der verschiedenen Individuen um die Erlangung der notwendigen Existenzbedingungen, oder, im weitesten Sinne gefaßt, die Wechselbeziehungen der Organismen zu ihrer gesamten Umgebung, bewirken Formveränderungen, wie sie im Kulturzustande durch die Tätigkeit des züchtenden Menschen hervorgebracht werden.

Auf den ersten Blick wird Ihnen dieser Gedanke vielleicht sehr unbedeutend und kleinlich erscheinen, und Sie werden nicht geneigt sein, der Tätigkeit jenes Verhältnisses ein solches Gewicht einzuräumen, wie dieselbe in der Tat besitzt. Ich muß mir daher vorbehalten, in einem späteren Vortrage an weiteren Beispielen das ungeheuer weit reichende Umgestaltungsvermögen der natürlichen Züchtung Ihnen vor Augen zu führen. Vorläufig beschränke ich mich darauf, nochmals die beiden Vorgänge der künstlichen und natürlichen Züchtung nebeneinander zu stellen, und Übereinstimmung und Unterschied in beiden Züchtungsprozessen scharf gegeneinander zu halten.

Natürliche sowohl als künstliche Züchtung sind ganz einfache, natürliche, mechanische Lebensverhältnisse, welche auf der Wechselwirkung zweier allgemeiner Lebenstätigkeiten oder physiologischer Funktionen beruhen, nämlich der Anpassung und der

Vererbung; diese beiden Funktionen sind als solche wieder auf physikalische und chemische Eigenschaften der organischen Materie zurückzuführen. Ein Unterschied beider Züchtungsformen besteht darin, daß bei der künstlichen Züchtung der Wille des Menschen planmäßig die Auswahl oder Auslese betreibt, während bei der natürlichen Züchtung der Kampf um das Dasein (jenes allgemeine Wechselverhältnis der Organismen) planlos wirkt, aber übrigens ganz dasselbe Resultat erzeugt, nämlich eine Auswahl oder Selektion besonders gearteter Individuen zur Nachzucht. Die Veränderungen, welche durch die Züchtung hervorgebracht werden, schlagen bei der künstlichen Züchtung zum Vorteil des züchtenden Menschen aus, bei der natürlichen Züchtung dagegen zum Vorteil des gezüchteten Organismus selbst, wie es in der Natur der Sache liegt.

Das sind die wesentlichsten Unterschiede und Übereinstimmungen zwischen beiderlei Züchtungsarten. Dann ist aber noch zu berücksichtigen, daß ein weiterer Unterschied in der Zeitdauer besteht, welche für den Züchtungsprozeß in beiderlei Arten erforderlich ist. Der Mensch vermag bei der künstlichen Zuchtwahl in viel kürzerer Zeit sehr bedeutende Veränderungen hervorzubringen, während bei der natürlichen Zuchtwahl Ähnliches erst in viel längerer Zeit zustande gebracht wird. Das beruht darauf, daß der Mensch die Auslese viel sorgfältiger betreiben kann. Der Mensch kann unter einer großen Anzahl von Individuen mit der größten Sorgfalt einzelne herauslesen, die übrigen ganz fallen lassen, und bloß die bevorzugten zur Fortpflanzung verwenden, während das bei der natürlichen Zuchtwahl nicht der Fall ist. Da werden sich einige Zeit lang neben den bevorzugten, zuerst zur Fortpflanzung gelangenden Individuen auch noch einzelne oder viele von den übrigen, weniger ausgezeichneten Individuen fortpflanzen. Ferner ist der Mensch imstande, die Kreuzung zwischen der ursprünglichen und der neuen Form zu verhüten, die bei der natürlichen Züchtung

oft nicht zu vermeiden ist. Wenn aber eine solche Kreuzung, d. h. eine geschlechtliche Verbindung der neuen Abart mit der ursprünglichen Stammform stattfindet, so schlägt die dadurch erzeugte Nachkommenschaft leicht in die letztere zurück. Bei der natürlichen Züchtung kann eine solche Kreuzung nur dann vermieden werden, wenn die neue Abart sich durch Wanderung von der alten Stammform absondert und isoliert.

Die natürliche Züchtung wirkt daher sehr viel langsamer; sie erfordert viel längere Zeiträume als der künstliche Züchtungsprozeß. Aber eine wesentliche Folge dieses Unterschiedes ist, daß dann auch das Produkt der künstlichen Zuchtwahl viel leichter wieder verschwindet und die neu erzeugte Form in die ältere zurückschlägt, während das bei der natürlichen Züchtung nicht der Fall ist. Die neuen Arten oder Spezies, welche durch die natürliche Züchtung entstehen, erhalten sich viel konstanter, schlagen viel weniger leicht in die Stammform zurück, als es bei den künstlichen Züchtungsprodukten der Fall ist, und sie erhalten sich auch demgemäß eine viel längere Zeit hindurch beständig, als die künstlichen Rassen, die der Mensch erzeugt. Aber das sind nur untergeordnete Unterschiede, die sich durch die verschiedenen Bedingungen der natürlichen und der künstlichen Auslese erklären, und die auch wesentlich nur die Zeitdauer betreffen. Das Wesen und die Mittel der Formveränderung sind bei der künstlichen und natürlichen Züchtung ganz dieselben.

Die gedankenlosen und unwissenden Gegner Darwins werden nicht müde zu behaupten, daß seine Selektionstheorie eine bodenlose Vermutung oder wenigstens eine Hypothese sei, welche erst bewiesen werden müsse. Daß diese Behauptung vollkommen unbegründet ist, können Sie schon aus den soeben erörterten Grundzügen der Züchtungslehre selbst entnehmen. Darwin nimmt als wirkende Ursachen für die Umbildung der organischen Gestalten keinerlei unbekannte Naturkräfte oder hypothetische

Verhältnisse an, sondern einzig und allein die allgemein bekannten Lebenstätigkeiten aller Organismen, welche wir als Vererbung und Anpassung bezeichnen. Jeder physiologisch gebildete Naturforscher weiß, daß diese beiden Funktionen unmittelbar mit den Tätigkeiten der Fortpflanzung und Ernährung zusammenhängen und gleich allen anderen Lebenserscheinungen mechanische Naturprozesse sind, d. h. auf molekularen Bewegungserscheinungen der organischen Materie beruhen. Daß die Wechselwirkung dieser beiden Funktionen an einer beständigen langsamen Umbildung der organischen Formen arbeitet, und daß diese zur Entstehung neuer Arten führt, wird mit Notwendigkeit durch den Kampf ums Dasein bedingt. Dieser ist aber ebensowenig ein hypothetisches oder des Beweises bedürftiges Verhältnis, als jene Wechselwirkung der Vererbung und Anpassung. Vielmehr ist der Kampf ums Dasein eine mathematische Notwendigkeit, welche aus dem Mißverhältnis zwischen der beschränkten Zahl der Stellen im Naturhaushalt und der übermäßigen Zahl der organischen Keime entspringt. Durch die aktiven und passiven Wanderungen der Tiere und Pflanzen, welche überall und zu jeder Zeit stattfinden, wird außerdem noch die Entstehung neuer Arten in hohem Maße begünstigt und gefördert. Die Entstehung neuer Spezies durch die natürliche Züchtung, oder was dasselbe ist, durch die Wechselwirkung der Vererbung und Anpassung im Kampfe ums Dasein, ist mithin eine mathematische Naturnotwendigkeit, welche keines weiteren Beweises bedarf. Wer auch bei dem gegenwärtigen Zustande unseres Wissens immer noch nach Beweisen für die Selektionstheorie verlangt, der beweist dadurch nur, daß er entweder dieselbe nicht vollständig versteht, oder mit den biologischen Tatsachen, mit dem empirischen Wissenschatz der Anthropologie, Zoologie und Botanik nicht hinreichend vertraut ist.

Wie fast jede große und bahnbrechende Idee, so

hat auch Darwins Selektionstheorie schon in früherer Zeit ihre Vorläufer gehabt; und zwar ist es wieder der große Königsberger Philosoph Immanuel Kant, bei dem wir schon ein Jahrhundert vor Darwin die ersten Keime jener Theorie vorfinden. Wie Fritz Schultze in seiner früher hervorgehobenen Schrift über „Kant und Darwin" (1875) zuerst gezeigt hat, erhebt sich Kant schon um das Jahr 1757 (also mehr als hundert Jahre vor dem Erscheinen von Darwins Hauptwerk) in seiner „physischen Geographie" zu verschiedenen Aussprüchen, „in denen sowohl der Gedanke einer Entwicklungsgeschichte der organischen Arten, als auch der Hinweis auf die Wichtigkeit der Zuchtwahl, der Anpassung und der Vererbung deutlich niedergelegt sind"; so z. B. in folgendem Satze: „Es ist aus der Verschiedenheit der Kost, der Luft und der Erziehung zu erklären, warum einige Hühner ganz weiß werden; und wenn man unter den vielen Küchlein, die von denselben Eltern geboren werden, nur die aussucht, die weiß sind, und sie zusammentut, bekommt man endlich eine weiße Rasse, die nicht leicht anders ausschlägt". Ferner sagt er in der Abhandlung „von den verschiedenen Rassen der Menschen" (1775): „Auf der Möglichkeit, durch sorgfältige Aussonderung der ausartenden Geburten von den einschlagenden endlich einen dauerhaften Familienschlag zu errichten, beruht die Meinung, einen von Natur edlen Schlag Menschen zu ziehen, worin der Verstand, Tüchtigkeit und Rechtschaffenheit erblich wären." Und wie wichtig dabei für Kant das Prinzip des „Kampfes ums Dasein" war, geht u. a. aus folgender Stelle der „pragmatischen Anthropologie" hervor: „Die Natur hat den Keim der Zwietracht in die Menschengattung gelegt, und diese ist das Mittel, die Perfektionierung des Menschen durch fortschreitende Kultur zu bewirken. Der innere oder äußere Krieg ist die Triebfeder, aus dem rohen Naturzustande in den bürgerlichen überzugehen, als ein Maschinenwesen, wo die einander entgegenstrebenden Kräfte zwar durch Reibung einan-

der Abbruch tun, aber doch durch den Stoß oder Zug anderer Triebfedern im Gange erhalten werden."

Nächst diesen ältesten Spuren der Selektionstheorie bei Kant finden wir die ersten Andeutungen derselben in einer 1818 erschienenen (bereits 1813 vor der Royal Society gelesenen) Abhandlung von Dr. W. C. Wells, betitelt: „Nachricht über eine Frau der weißen Rasse, deren Haut zum Teil der eines Negers gleicht." Der Verfasser derselben führt an, daß Neger und Mulatten sich durch Immunität gegen gewisse Tropenkrankheiten vor der weißen Rasse auszeichnen. Bei dieser Gelegenheit bemerkt er, daß alle Tiere bis zu einem gewissen Grade abzuändern streben, daß die Landwirte durch Benutzung dieser Eigenschaft und durch Zuchtwahl ihre Haustiere veredeln, und fährt dann fort: „Was aber im letzten Falle durch Kunst geschieht, scheint mit gleicher Wirksamkeit, wenn auch langsamer, bei der Bildung der Menschenrassen, die für die von ihnen bewohnten Gegenden eingerichtet sind, durch die Natur zu geschehen. Unter den zufälligen Varietäten von Menschen, die unter den wenigen und zerstreuten Einwohnern der mittleren Gegenden von Afrika auftreten, werden einige besser als andere die Krankheiten des Landes überstehen. Infolge davon wird sich diese Rasse vermehren, während die anderen abnehmen, und zwar nicht bloß weil sie unfähig sind, die Erkrankungen zu überstehen, sondern weil sie nicht imstande sind, mit ihren kräftigeren Nachbarn zu konkurrieren. Ich nehme als ausgemacht an, daß die Farbe dieser kräftigeren Rasse dunkel sein wird. Da aber die Neigung, Varietäten zu bilden, noch besteht, so wird sich eine immer dunklere Rasse im Laufe der Zeit ausbilden; und da die dunkelste am besten für das Klima paßt, so wird diese zuletzt in ihrer Heimat, wenn nicht die einzige, doch die herrschende werden."

Obwohl in diesem Aufsatze von Wells das Prinzip der natürlichen Züchtung deutlich ausgesprochen und

anerkannt ist, so wird es doch bloß in sehr beschränkter Ausdehnung auf die Entstehung der Menschenrassen angewendet und nicht weiter für den Ursprung der Tier- und Pflanzenarten verwertet. Das hohe Verdienst Darwins, die Selektionstheorie selbständig ausgebildet und zur vollen und verdienten Geltung gebracht zu haben, wird durch jene früheren, verborgen gebliebenen Bemerkungen von Kant und von Wells ebensowenig geschmälert, als durch einige fragmentarische Bemerkungen über natürliche Züchtung von Patrick Matthew, die in einem 1831 erschienenen Buche über „Schiffsbauholz und Baumkultur" versteckt sind. Auch der berühmte Reisende Alfred Wallace, der unabhängig von Darwin die Selektionstheorie ausgebildet und 1858 gleichzeitig mit dessen erster Mitteilung veröffentlicht hatte, steht sowohl hinsichtlich der tiefen Auffassung, als der ausgedehnten Anwendung derselben, weit hinter seinem größeren und älteren Landsmanne zurück. Darwin hat durch seine höchst umfassende und geniale Ausbildung der ganzen Lehre sich gerechten Anspruch erworben, die Theorie mit seinem Namen verbunden zu sehen.

Wenn die natürliche Züchtung, wie wir behaupten, die wichtigste unter den bewirkenden Ursachen ist, welche die wundervolle Mannigfaltigkeit des organischen Lebens auf der Erde hervorgebracht haben, so müssen auch die interessanten Erscheinungen des Menschenlebens zum größten Teile aus derselben Ursache erklärbar sein. Denn der Mensch ist ja nur ein höher entwickeltes Wirbeltier, und alle Seiten des Menschenlebens finden ihre Parallelen, oder richtiger ihre niederen Entwicklungszustände, im Tierreiche vorgebildet. Die Völkergeschichte oder die sogenannte „Weltgeschichte" muß dann größtenteils durch „natürliche Züchtung" erklärbar sein, muß ein physikalisch-chemischer Prozeß sein, der auf der Wechselwirkung der Anpassung und Vererbung in dem Kampfe der Menschen ums Dasein beruht. Und das ist in der Tat der Fall. Indessen ist nicht nur die

natürliche, sondern auch die künstliche Züchtung vielfach in der Weltgeschichte wirksam.

Ein ausgezeichnetes Beispiel von künstlicher Züchtung der Menschen im großen Maßstabe liefern die alten Spartaner, bei denen auf Grund eines besonderen Gesetzes schon die neugeborenen Kinder einer sorgfältigen Musterung und Auslese unterworfen werden mußten. Alle schwächlichen, kränklichen oder mit irgendeinem körperlichen Gebrechen behafteten Kinder wurden getötet. Nur die vollkommen gesunden und kräftigen Kinder durften am Leben bleiben, und sie allein gelangten später zur Fortpflanzung. Dadurch wurde die spartanische Rasse nicht allein beständig in auserlesener Kraft und Tüchtigkeit erhalten, sondern mit jeder Generation wurde ihre körperliche Vollkommenheit gesteigert. Gewiß verdankt das Volk von Sparta dieser künstlichen Auslese oder Züchtung zum großen Teil seinen seltenen Grad von männlicher Kraft und rauher Heldentugend.

Auch manche Stämme unter den roten Indianern Nordamerikas, die gegenwärtig im Kampfe ums Dasein den übermächtigen Eindringlingen der weißen Rasse trotz der tapfersten Gegenwehr erliegen, verdanken ihren besonderen Grad von Körperstärke und kriegerischer Tapferkeit einer ähnlichen sorgfältigen Auslese der neugeborenen Kinder. Auch hier werden alle schwachen oder mit irgendeinem Fehler behafteten Kinder sofort getötet und nur die vollkommen kräftigen Individuen bleiben am Leben und pflanzen die Rasse fort. Daß durch diese künstliche Züchtung die Rasse im Laufe zahlreicher Generationen bedeutend gekräftigt wird, ist an sich nicht zu bezweifeln und wird durch viele bekannte Tatsachen genügend bewiesen.

Das Gegenteil von der künstlichen Züchtung der wilden Rothäute und der alten Spartaner bildet die individuelle Auslese, welche in unseren modernen Kulturstaaten durch die vervollkommnete Heilkunde der Neuzeit ausgeübt wird. Denn obwohl immer noch

wenig imstande, innere Krankheiten wirklich zu hei
len, besitzt und übt dieselbe doch mehr als früher di
Kunst, schleichende, chronische Krankheiten au
lange Jahre hinauszuziehen. Gerade solche verhee
rende Übel, wie Schwindsucht, Skrofelkrankheit, Sy
philis, ferner viele Formen der Geisteskrankheiten
sind in besonderem Maße erblich und werden vo
den siechen Eltern auf einen Teil ihrer Kinder ode
gar auf die ganze Nachkommenschaft übertragen
Je länger nun die kranken Eltern mit Hilfe der ärzt
lichen Kunst ihre sieche Existenz hinausziehen, dest
zahlreichere Nachkommenschaft kann von ihnen di
unheilbaren Übel erben, desto mehr Individuen wer
den dann auch wieder in der folgenden Generation
dank jener künstlichen „medizinischen Züchtung"
von ihren Eltern mit dem schleichenden Erbübel an
gesteckt.

Viel gefährlicher und verheerender als diese me
dizinische ist die klerikale Züchtung, jener folgen
schwere Selektionsprozeß, der von jeder mächtige
und einheitlich organisierten Hierarchie ausgeüb
wird. In allen Staaten, in welchen ein solcher zen
tralisierter Klerus seinen verderblichen Einfluß au
die Erziehung der Jugend, auf das Familienwese
und somit auf die wichtigsten Grundlagen des gan
zen Volkslebens Jahrhunderte hindurch ausgeübt hat
sind die traurigen Folgen der demoralisierenden „kle
rikalen Selektion" deutlich im Verfalle der gesamte
Bildung und Sitte sichtbar. Man denke nur an Spa
nien, an das „allerchristlichste" Land Europas! Be
der römisch-katholischen Kirche, deren höchst
Machtentfaltung im Mittelalter mit dem tiefste
Sinken der wissenschaftlichen Forschung und de
allgemeinen Sittlichkeit zusammenfällt, ist das gan
besonders offenbar. Denn hier sind die Prieste
durch die raffiniert-unmoralische Einrichtung de
Zölibats gezwungen, sich in das innerste Heiligtu
des Familienwesens einzudrängen; und indem sie hie
besondere Fruchtbarkeit entwickeln, vererben si
ihre unsittlichen Charakterzüge auf eine unverhält

nismäßig zahlreiche Nachkommenschaft. Mächtig unterstützt wird dieser katholische Züchtungsprozeß durch die berüchtigte „Liguori-Moral“ und die Inquisition, welche alle edleren und besseren Charaktere sorgfältig aus dem Wege räumt.

Auf der anderen Seite ist hervorzuheben, daß andere Formen der künstlichen Züchtung im Kulturleben der Menschheit auch einen sehr günstigen Einfluß ausüben. Wie sehr das bei vielen Verhältnissen unserer vorgeschrittenen Zivilisation und namentlich der verbesserten Schulbildung und Erziehung der Fall ist, liegt auf der Hand. Direkt wohltätig wirkt als künstlicher Selektionsprozeß auch die Todesstrafe. Zwar wird von vielen gegenwärtig noch die Abschaffung der Todesstrafe als eine „liberale Maßregel“ gepriesen, und im Namen einer falschen „Humanität“ eine Reihe der albernsten Gründe dafür geltend gemacht. Aber in Wahrheit ist die Todesstrafe für die große Menge der unverbesserlichen Verbrecher und Taugenichtse nicht nur die gerechte Vergeltung, sondern eine große Wohltat für den besseren Teil der Menschheit; dieselbe Wohltat, welche für das Gedeihen eines wohl kultivierten Gartens die Ausrottung des wuchernden Unkrauts ist. Wie durch sorgfältiges Ausjäten des Unkrauts nur Licht, Luft und Bodenraum für die edlen Nutzpflanzen gewonnen wird, so würde durch unnachsichtliche Ausrottung aller unverbesserlichen Verbrecher nicht allein dem besseren Teile der Menschheit der „Kampf ums Dasein“ sehr erleichtert, sondern auch ein vorteilhafter künstlicher Züchtungsprozeß ausgeübt werden; denn es würde dadurch jenem entarteten Auswurfe der Menschheit die Möglichkeit benommen, seine schlimmen Eigenschaften durch Vererbung zu übertragen.

Gegen den verderblichen Einfluß vieler künstlichen Züchtungsprozesse finden wir glücklicherweise ein heilsames Gegengewicht in dem überall waltenden und unüberwindlichen Einflusse der viel stärkeren natürlichen Züchtung. Denn diese ist überall auch

im Menschenleben, wie im Tier- und Pflanzenleben, das wichtigste umgestaltende Prinzip und der kräftigste Hebel des Fortschritts und der Vervollkommnung. Der Kampf ums Dasein oder die „Konkurrenz" bringt es mit sich, daß im großen und ganzen der Bessere, weil der Vollkommenere, über den Schwächeren und Unvollkommeneren siegt. Im Menschenleben aber wird dieser Kampf ums Dasein immer mehr zu einem Kampfe des Geistes werden, nicht zu einem Kampfe der Mordwaffen. Dasjenige Organ, welches beim Menschen vor allen anderen durch den veredelnden Einfluß der natürlichen Zuchtwahl vervollkommnet wird, ist das Gehirn. Der Mensch mit dem vollkommensten Verstande bleibt zuletzt Sieger und vererbt auf seine Nachkommen die Eigenschaften des Gehirns, die ihm zum Sieg verholfen hatten. So dürfen wir denn mit Fug und Recht hoffen, daß trotz aller Anstrengungen der rückwärts strebenden Gewalten der Fortschritt des Menschengeschlechts zur freien Bildung — und dadurch zur möglichsten Vervollkommnung — unter dem segensreichen Einflusse der natürlichen Züchtung immer mehr und mehr zur Wahrheit werden wird.

ACHTER VORTRAG

Vererbung und Fortpflanzung.

Als die formbildende Naturkraft, welche die verschiedenen Gestalten der Tier- und Pflanzenarten erzeugt, haben Sie in dem letzten Vortrage nach Darwins Theorie die natürliche Züchtung kennengelernt. Wir verstanden unter diesem Ausdruck die allgemeine Wechselwirkung, welche im Kampfe um das Dasein zwischen der Erblichkeit und der Veränderlichkeit der Organismen stattfindet; zwischen zwei physiologischen Eigenschaften, welche allen Tieren und Pflanzen eigentümlich sind, und welche sich auf andere Lebenstätigkeiten, auf die Funktionen der Fortpflanzung und Ernährung zurückführen lassen. Alle die verschiedenen Formen der Organismen, welche man gewöhnlich geneigt ist als Produkte einer zweckmäßig tätigen Schöpferkraft anzusehen, konnten wir nach jener Züchtigungstheorie auffassen als die notwendigen Produkte der zwecklos wirkenden natürlichen Züchtung, entstanden durch die unbewußte Wechselwirkung zwischen jenen beiden Eigenschaften der Veränderlichkeit und der Erblichkeit. Bei der außerordentlichen Wichtigkeit, welche diesen Lebenseigenschaften der Organismen demgemäß zukommt, müssen wir sie zunächst näher ins Auge fassen, und wir wollen uns heute mit der Vererbungslehre oder Kleronomie beschäftigen.

Genau genommen müssen wir unterscheiden zwischen der Erblichkeit und der Vererbung. Die Erblichkeit ist die Vererbungskraft, die Fähigkeit der

Organismen, ihre Eigenschaften auf ihre Nachkommen durch die Fortpflanzung zu übertragen. Die Vererbung oder Heredität dagegen bezeichnet die wirkliche Ausübung dieser Fähigkeit, die tatsächlich stattfindende Übertragung.

Erblichkeit und Vererbung sind so allgemeine, alltägliche Erscheinungen, daß die meisten Menschen dieselben überhaupt nicht beachten, und daß die wenigsten geneigt sind, besondere Reflexionen über den Wert und die Bedeutung dieser Lebenserscheinungen anzustellen. Man findet es allgemein ganz natürlich und selbstverständlich, daß jeder Organismus seinesgleichen erzeugt, und daß die Kinder den Eltern im ganzen wie im einzelnen ähnlich sind. Gewöhnlich pflegt man die Erblichkeit nur in jenen Fällen hervorzuheben und zu besprechen, wo sie eine besondere Eigentümlichkeit betrifft, die an einem menschlichen Individuum, ohne ererbt zu sein, zum erstenmal auftrat und von diesem auf seine Nachkommenschaft übertragen wurde. In besonders auffallendem Grade zeigt sich so die Vererbung bei bestimmten Krankheiten und bei ganz ungewöhnlichen, monströsen Abweichungen von der gewöhnlichen Körperbildung.

Unter diesen Fällen von Vererbung monströser Abänderungen sind besonders lehrreich diejenigen, welche eine abnorme Vermehrung oder Verminderung der Fünfzahl der menschlichen Finger und Zehen betreffen. Nicht selten kommen menschliche Familien vor, in denen mehrere Generationen hindurch sechs Finger an jeder Hand oder sechs Zehen an jedem Fuße beobachtet werden. Seltener sind Beispiele von Siebenzahl oder von Vierzahl der Finger und Zehen. Die ungewöhnliche Bildung geht immer zuerst von einem einzigen Individuum aus, welches aus unbekannten Ursachen mit einem Überschuß über die gewöhnliche Fünfzahl der Finger und Zehen geboren wird und diesen durch Vererbung auf einen Teil seiner Nachkommen überträgt. In einer und derselben Familie kann man die

Sechszahl der Finger und Zehen nun drei, vier und mehr Generationen hindurch verfolgen. In einer spanischen Familie waren nicht weniger als vierzig Individuen durch diese Überzahl ausgezeichnet. In allen Fällen ist die Vererbung der sechsten überzähligen Zehe oder des sechsten Fingers nicht bleibend und durchgreifend, weil die sechsfingerigen Menschen sich immer wieder mit fünffingerigen vermischen. Würde eine sechsfingerige Familie sich in reiner Inzucht fortpflanzen, würden sechsfingerige Männer immer nur sechsfingerige Frauen heiraten, so könnte durch Fixierung dieses Charakters eine besondere sechsfingerige Menschenart entstehen. Da aber die sechsfingerigen Männer immer fünffingerige Frauen heiraten, und umgekehrt, so zeigt ihre Nachkommenschaft meistens sehr gemischte Zahlenverhältnisse und schlägt endlich nach Verlauf einiger Generationen wieder in die normale Fünfzahl zurück. So können z. B. von 8 Kindern eines sechsfingerigen Vaters und einer fünffingerigen Mutter 2 Kinder an allen Händen und Füßen 6 Finger und 6 Zehen haben, 4 Kinder gemischte Zahlenverhältnisse und 2 Kinder überall die gewöhnliche Fünfzahl. In einer spanischen Familie hatten sämtliche Kinder bis auf das jüngste an Händen und Füßen die Sechszahl; nur das jüngste hatte überall fünf Finger und Zehen, und der sechsfingerige Vater des Kindes wollte dieses letzte daher nicht als das seinige anerkennen.

Sehr auffallend zeigt sich ferner die Vererbungskraft in der Bildung und Färbung der menschlichen Haut und Haare. Es ist allbekannt, wie genau in vielen menschlichen Familien eine eigentümliche Beschaffenheit des Hautsystems, z. B. eine besonders weiche oder spröde Haut, eine auffallende Üppigkeit des Haarwuchses, eine besondere Farbe und Größe der Augen usw. viele Generationen hindurch forterbt. Ebenso werden besondere lokale Auswüchse und Flecke der Haut, sogenannte Muttermale, Leberflecke und andere Pigmentanhäufungen, die an bestimmten Stellen vorkommen, gar nicht selten meh-

rere Generationen hindurch so genau vererbt, daß sie bei den Nachkommen an denselben Stellen sich zeigen, an denen sie bei den Eltern vorhanden waren. Besonders berühmt geworden sind die Stachelschweinmenschen aus der Familie Lambert, welche im 18. Jahrhundert in London lebte. Edward Lambert, der 1717 geboren wurde, zeichnete sich durch eine ganz ungewöhnliche und monströse Bildung der Haut aus. Der ganze Körper war mit einer zolldicken hornartigen Kruste bedeckt, welche sich in Form zahlreicher stachelförmiger und schuppenförmiger Fortsätze (bis über einen Zoll lang) erhob. Diese monströse Bildung der Oberhaut oder Epidermis vererbte Lambert auf seine Söhne und Enkel, aber nicht auf Enkelinnen. Die Übertragung blieb also hier in der männlichen Linie, wie es auch sonst oft der Fall ist. Ebenso vererbt sich übermäßige Fettentwicklung an gewissen Körperstellen oft nur innerhalb der weiblichen Linie. Wie genau sich die charakteristische Gesichtsbildung erblich überträgt, braucht wohl kaum erinnert zu werden; bald bleibt dieselbe in der männlichen, bald innerhalb der weiblichen Linie; bald vermischt sie sich in beiden Linien.

Sehr lehrreich und allbekannt sind ferner die Vererbungserscheinungen pathologischer Zustände bei gewissen menschlichen Krankheitsformen. So wird die Anlage zu Krankheiten der Atmungsorgane, der Drüsen und des Nervensystems leicht erblich übertragen. Sehr häufig tritt plötzlich in einer sonst gesunden Familie eine derselben bisher unbekannte Erkrankung auf; sie wird erworben durch äußere Ursachen, durch gewisse schädliche krankmachende Lebensbedingungen. Diese Krankheit pflanzt sich nun von dem befallenen Individuum auf seine Nachkommen fort, und diese haben alle oder zum Teil an demselben Übel zu leiden. Bei Lungenkrankheiten ist dieses traurige Verhältnis der Erblichkeit allbekannt, ebenso bei Leberkrankheiten, bei Syphilis, bei Geisteskrankheiten. Diese letzteren sind von ganz

besonderem Interesse. Ebenso wie gewisse Charakterzüge des Menschen, Stolz, Ehrgeiz, Leichtsinn usw. durch die Vererbung auf die Nachkommenschaft übertragen werden, so gilt das auch von den besonderen, abnormen Äußerungen der Seelentätigkeit, welche man als fixe Ideen, Schwermut, Blödsinn und überhaupt als Geisteskrankheiten bezeichnet. Es zeigt sich hier deutlich und unwiderleglich, daß die Seele des Menschen, ebenso wie die Seele der Tiere, eine rein mechanische Tätigkeit der Nervenzellen ist, die Summe von molekularen Bewegungserscheinungen in den Gehirnzellen oder Neuronen. Die Seele wird mit ihrem chemischen Substrate, dem Neuroplasma, ebenso wie jede andere Körpereigenschaft, durch die Fortpflanzung materiell übertragen, d. h. also vererbt.

Diese äußerst wichtige und unleugbare Tatsache erregt, wenn man sie ausspricht, gewöhnlich großes Ärgernis, und doch wird sie eigentlich stillschweigend allgemein anerkannt. Denn worauf beruhen die Vorstellungen von der „Erbsünde", der „Erbweisheit", dem „Erbadel" usw. anders, als auf der Überzeugung, daß die menschliche Geistesbeschaffenheit durch die Fortpflanzung — also durch einen rein materiellen Vorgang! — körperlich von den Eltern auf die Nachkommen übertragen wird? — Die Anerkennung dieser großen Bedeutung der Erblichkeit äußert sich in einer Menge von menschlichen Einrichtungen, wie z. B. in der Kasteneinteilung vieler Völker in Kriegerkasten, Priesterkasten, Arbeiterkasten usw. Offenbar beruht ursprünglich die Einrichtung solcher Kasten auf der Vorstellung von der hohen Wichtigkeit erblicher Vorzüge, welche gewissen Familien beiwohnten, und von denen man voraussetzte, daß sie immer wieder von den Eltern auf die Nachkommen übertragen werden würden. Die Einrichtung des erblichen Adels und der erblichen Monarchie ist auf die Vorstellung einer solchen Vererbung besonderer Tugenden zurückzuführen. Allerdings sind es leider nicht nur die Tugenden,

sondern auch die Laster, welche durch Vererbung übertragen und gehäuft werden; und wenn Sie in der Weltgeschichte die verschiedenen Individuen der einzelnen Dynastien vergleichen, so werden Sie zwar überall eine große Anzahl von Beweisen für die Erblichkeit auffinden können, aber oft weniger für die Erblichkeit der Tugenden, als der entgegengesetzten Eigenschaften. Denken Sie z. B. nur an die römischen Kaiser, an die Familien der Julier und der Claudier, oder an die Familien der Bourbonen in Frankreich, Spanien und Italien!

In der Tat dürfte kaum irgendwo eine solche Fülle von schlagenden Beispielen für die merkwürdige Vererbung der feinsten körperlichen und geistigen Züge gefunden werden, als in der Geschichte der regierenden Häuser in den erblichen Monarchien. Ganz besonders gilt dies mit Bezug auf die vorher erwähnten, in ungewöhnlichem Maße erblichen Geisteskrankheiten. Schon der berühmte Irrenarzt Esquirol wies nach, daß die Zahl der Geisteskranken in den regierenden Häusern zu ihrer Anzahl in der gewöhnlichen Bevölkerung sich verhält wie 60 zu 1, d. h. daß Geisteskrankheit in den bevorzugten Familien der regierenden Häuser sechzigmal so häufig vorkommt, als in der gewöhnlichen Menschheit. Würde eine gleiche genaue Statistik auch für den erblichen Adel durchgeführt, so dürfte sich leicht herausstellen, daß auch dieser ein ungleich höheres Kontingent von Geisteskranken stellt, als die nichtadlige Menschheit. Diese Erscheinung wird uns kaum mehr wundern, wenn wir bedenken, welchen Nachteil sich meistens diese privilegierten Kasten durch ihre unnatürliche einseitige Erziehung und durch ihre künstliche Absperrung von der übrigen Menschheit selbst zufügen. Manche dunkle Schattenseiten der menschlichen Natur werden dadurch besonders entwickelt, gleichsam künstlich gezüchtet und pflanzen sich nun nach den Vererbungsgesetzen mit immer verstärkter Kraft und Einseitigkeit durch die Reihe der Generationen fort.

Wie sich in der Generationsfolge mancher Dynastien die edle Vorliebe für Wissenschaft und Kunst, in anderen das Pflichtgefühl des tugendhaften Herrschers, als des ersten Staatsdieners, durch viele Generationen erblich überträgt und erhält, wie dagegen in anderen Dynastien Jahrhunderte hindurch eine besondere Neigung für sinnlichen Lebensgenuß, oder für das Kriegshandwerk, oder für rohe Gewalttätigkeiten vererbt wird, ist aus der Völkergeschichte Ihnen hinreichend bekannt. Ebenso vererben sich in manchen Familien viele Generationen hindurch ganz bestimmte Anlagen für einzelne Geistestätigkeiten, z. B. Dichtkunst, Tonkunst, bildende Kunst, Mathematik, Naturforschung, Philosophie usw. In der Familie Bach hat es nicht weniger als zweiundzwanzig hervorragende musikalische Talente gegeben. Natürlich beruht die Vererbung solcher Seeleneigentümlichkeiten, wie die Vererbung aller Eigenschaften überhaupt, nur auf dem materiellen Vorgang der Zeugung. Auch hier ist die Lebenserscheinung, die Kraftäußerung, unmittelbar (wie überall in der Natur) verbunden mit verschiedenen Mischungsverhältnissen des Stoffes. Die besondere Mischung und Molekularbewegung des Stoffes ist es, welche bei der Zeugung übertragen wird.

Bevor wir nun die verschiedenen, zum Teil sehr interessanten Gesetze der Vererbung näher untersuchen, wollen wir über die eigentliche Natur dieses Vorganges uns verständigen. Man pflegt vielfach die Erblichkeitserscheinungen als etwas ganz Rätselhaftes anzusehen, als eigentümliche wunderbare Prozesse, welche durch die Naturwissenschaft nicht ergründet, in ihren Ursachen und eigentlichem Wesen nicht erfaßt werden könnten. Noch im Jahre 1876 konnte der Physiologe (!) Hensen in Kiel die Erblichkeit als eine „mysteriöse" Erscheinung bezeichnen, die nur „störend sich aufdrängt", und die man am besten von der Entwicklungsgeschichte ganz ausschließt. Man pflegt gerade hier noch heute nicht selten übernatürliche Einwirkungen anzunehmen. Es

läßt sich aber schon jetzt, bei dem heutigen Zustande der Physiologie, mit vollkommener Sicherheit nachweisen, daß alle Erblichkeitserscheinungen durchaus natürliche Vorgänge sind, daß sie durch mechanische Ursachen bewirkt werden, und daß sie auf materiellen Bewegungsprozessen im Körper der Organismen beruhen, welche wir als Teilerscheinungen der Fortpflanzung betrachten können. Alle Erblichkeitserscheinungen und Vererbungsgesetze lassen sich auf die materiellen Vorgänge der Fortpflanzung zurückführen.

Jeder einzelne Organismus, jedes lebendige Individuum verdankt sein Dasein entweder einem Akte der elternlosen Zeugung oder Urzeugung (Generatio spontanea, Archigonia), oder einem Akte der elterlichen Zeugung der Fortpflanzung (Generatio parentalis, Tocogonia). Auf die Urzeugung oder Archigonie, durch welche bloß Organismen der allereinfachsten Art, Moneren, entstehen können, werden wir in einem späteren Vortrage zurückkommen. Jetzt haben wir uns nur mit der Fortpflanzung oder Tocogonie zu beschäftigen, deren nähere Betrachtung für das Verständnis der Vererbung von der größten Wichtigkeit ist. Die meisten von Ihnen werden von den Fortpflanzungserscheinungen wahrscheinlich nur diejenigen kennen, welche Sie allgemein bei den höheren Pflanzen und Tieren beobachten, die Vorgänge der geschlechtlichen Fortpflanzung oder der Amphigonie. Viel weniger allgemein bekannt sind die Vorgänge der ungeschlechtlichen Fortpflanzung oder der Monogonie. Gerade diese sind aber bei weitem mehr als die vorhergehenden geeignet, ein erklärendes Licht auf die eigentliche Natur der mit der Fortpflanzung zusammenhängenden Vererbung zu werfen.

Aus diesem Grunde ersuche ich Sie, jetzt zunächst bloß die Erscheinungen der ungeschlechtlichen oder monogonen Fortpflanzung (Monogonia) in das Auge zu fassen. Diese tritt in mannigfach verschiedener Form auf, als Selbstteilung, Knospenbildung und Keimzellen- oder Sporenbildung. Am lehrreichsten

ist es hier, zunächst die Fortpflanzung bei den einfachsten Organismen zu betrachten, welche wir kennen, und auf welche wir später bei der Frage von der Urzeugung zurückkommen müssen. Diese allereinfachsten uns bis jetzt bekannten, und zugleich die denkbar einfachsten Organismen sind die wasserbewohnenden Moneren: sehr kleine lebendige Körperchen, welche eigentlich streng genommen den Namen des Organismus gar nicht verdienen. Denn die Bezeichnung „Organismus" für die lebenden Wesen beruht auf der Vorstellung, daß jeder belebte Naturkörper aus Organen zusammengesetzt ist, aus verschiedenartigen Teilen, die als Werkzeuge (ähnlich den verschiedenen Teilen einer künstlichen Maschine) ineinander greifen und zusammenwirken, um die Tätigkeit des Ganzen hervorzubringen. Nun haben wir aber in den Moneren seit vierzig Jahren kleine Organismen kennengelernt, welche in der Tat nicht aus Organen zusammengesetzt sind, sondern ganz und gar aus einer strukturlosen gleichartigen Materie bestehen, aus homogenem Plasma. Der ganze Körper dieser Moneren ist zeitlebens weiter nichts als ein bewegliches Plasmaklümpchen, oft ohne beständige Form. Wir nehmen an, daß diese eiweißartige Masse eine sehr verwickelte feine Molekularstruktur besitzt; allein anatomisch oder mikroskopisch nachweisbar ist dieselbe nicht. Einfachere, unvollkommenere Organismen sind nicht denkbar: die geformte „Lebende Substanz" besitzt noch keinerlei „zweckmäßige Struktur".

Die ersten vollständigen Beobachtungen über die Naturgeschichte eines Moneres (Protogenes primordialis) habe ich 1864 bei Nizza angestellt. Andere sehr merkwürdige Moneren habe ich später (1866) auf der kanarischen Insel Lanzarote und (1867) an der Meerenge von Gibraltar beobachtet. Auch in der Nordsee, an der norwegischen Küste bei Bergen, habe ich (1869) einige eigentümliche Moneren aufgefunden. Ein interessantes Moner des süßen Wassers hat Cienkowski unter dem Namen Vampyrella

beschrieben, ein anderes Sorokin unter dem Namen Gloidium, ein drittes Leidy als Biomyxa, ein viertes Mereschkowski als Haeckelina usw. Neuerdings sind solche echte, kernlose Moneren auch von mehreren anderen Naturforschern (Gruber, Trinchese, Maggi, Bütschli usw.) beobachtet worden. Ich lege deshalb auf diese vielseitige Bestätigung meiner oft angezweifelten Entdeckung großen Wert, weil der Nachweis kernloser Plastiden für mehrere Grundfragen unserer Entwicklungslehre höchst bedeutungsvoll ist. In der Tat besteht ihr Körper einzig und allein aus strukturlosem Plasma oder Protoplasma, d. h. aus derselben eiweißartigen Kohlenstoffverbindung, welche in unendlich vielen Modifikationen als der wesentlichste und nie fehlende Träger der Lebenserscheinungen in allen Organismen sich findet. Eine ausführlichere Beschreibung und Abbildung jener Moneren habe ich 1870 in meiner „Monographie der Moneren" gegeben; in einigen ist jedoch später ein Zellkern erkannt worden. Von diesen nakten Moneren unterscheiden sich die Chromaceen und die Bakterien — ebenfalls kernlose Zellen — wesentlich nur durch Ausscheidung einer zarten Umhüllungshaut oder Zellmembran.

Im Ruhezustande erscheinen die meisten Moneren als sehr kleine Plasmakügelchen, für das unbewaffnete Auge nicht sichtbar. Einige Moneren bewegen sich und bilden an der Oberfläche der kleinen Schleimkugel formlose fingerartige Fortsätze oder sehr feine strahlende Fäden, sogenannte Scheinfüße oder Pseudopodien. Diese Scheinfüße sind einfache, unmittelbare Fortsetzungen der strukturlosen eiweißartigen Masse, aus der der ganze Köper besteht. Wir sind nicht imstande, verschiedenartige Teile in demselben wahrzunehmen, und wir können den direkten Beweis für die absolute Einfachheit der festflüssigen Eiweißmasse dadurch führen, daß wir die Nahrungsaufnahme der Moneren unter dem Mikroskope verfolgen. Wenn kleine Körperchen, die zur Ernährung derselben tauglich sind, z. B. kleine Teil-

chen von zerstörten organischen Körpern oder mikroskopische Pflänzchen und Infusionstierchen, zufällig in Berührung mit den Moneren kommen, so bleiben sie an der klebrigen Oberfläche des festflüssigen Schleimklümpchens hängen, erzeugen hier einen Reiz, welcher stärkeren Zufluß der schleimigen Körpermasse zur Folge hat und werden endlich ganz von dieser umschlossen, oder sie werden durch Verschiebungen der einzelnen Eiweißteilchen des Monerenkörpers in diesen hineingezogen und dort verdaut; ihre Substanz wird direkt assimiliert.

Ebenso einfach wie die Ernährung ist die Fortpflanzung dieser Urwesen. Alle Moneren pflanzen sich nur auf dem ungeschlechtlichen Wege fort, durch Monogonie; und zwar im einfachsten Falle durch diejenige Art der Spaltung, welche wir an die Spitze der verschiedenen Fortpflanzungsformen stellen, durch Selbstteilung. Wenn ein solches Plasmakorn, z. B. eine Protamoeba oder ein Protogenes, eine gewisse Größe durch Aufnahme fremder Eiweißmaterie erlangt hat, so zerfällt es in zwei Stücke; es bildet sich eine Einschnürung, welche ringförmig herumgeht, und schließlich zur Trennung der beiden Hälften führt. Jede Hälfte rundet sich alsbald ab und erscheint nun als ein selbständiges Individuum, welches das einfache Spiel der Lebenserscheinungen, Ernährung und Fortpflanzung von neuem beginnt. Indem die abgetrennte Hälfte allmählich durch Wachstum wieder ersetzt wird, erhebt diese Regeneration den Teil zum Wert des Ganzen. Bei anderen Moneren (Vampyrella und Gloidium) zerfällt der Körper bei der Fortpflanzung nicht in zwei, sondern in vier gleiche Stücke, und bei noch anderen (Protomonas, Protomyxa, Myxastrum) sogleich in eine große Anzahl von kleinen Plasmakügelchen; ein jedes wird durch einfaches Wachstum dem elterlichen Körper wieder gleich. Es zeigt sich hier deutlich, daß der Vorgang der Fortpflanzung weiter nichts ist als ein Wachstum des Organismus über sein individuelles Maß hinaus.

Die einfache Fortpflanzungsweise der Moneren durch Selbstteilung ist eigentlich die allgemeinste und weitest verbreitete von allen verschiedenen Fortpflanzungsarten; denn durch denselben einfachen Prozeß der Teilung pflanzen sich auch die Zellen fort, diejenigen einfachen organischen Individuen, welche in sehr großer Zahl den Körper der allermeisten Organismen, den menschlichen Körper nicht ausgenommen, zusammensetzen. Abgesehen von den Organismen niedersten Ranges, welche noch nicht einmal den Formwert einer Zelle haben (Moneren), oder zeitlebens eine einfache Zelle darstellen (wie die meisten Protisten), ist der Körper jedes organischen Individuums aus einer großen Anzahl von Zellen zusammengesetzt. Jede organische Zelle ist bis zu einem gewissen Grade ein selbständiger Organismus, ein sogenannter „Elementarorganismus" oder ein „Individuum erster Ordnung". Jeder höhere Organismus ist gewissermaßen eine Gesellschaft oder ein Staat von solchen vielgestaltigen, durch Arbeitsteilung mannigfaltig ausgebildeten Elementarindividuen. Ursprünglich ist jede organische Zelle wenig mehr als ein einfaches Schleimklümpchen, gleich einem Moner; jedoch ist sie von diesem dadurch verschieden, daß die eiweißartige Masse in zwei verschiedene Bestandteile sich gesondert hat: ein inneres, festeres Plasmakörperchen, den Zellkern (Nucleus), und einen äußeren, weicheren Plasmakörper, den Zellenleib (Cytosoma). Außerdem bilden viele Zellen späterhin noch einen dritten (jedoch häufig fehlenden) Formbestandteil, indem sie sich einkapseln, eine äußere Hülle oder Zellhaut (Membrana) ausschwitzen. Alle übrigen Formbestandteile, die sonst noch in den Zellen vorkommen, sind von untergeordneter Bedeutung und interessieren uns nicht.

Ursprünglich ist auch jeder mehrzellige Organismus eine einfache Zelle; er wird dadurch mehrzellig, daß jene Zelle sich durch Teilung fortpflanzt, und daß die so entstehenden neuen Zellenindividuen beisammen bleiben und durch Arbeitsteilung eine Ge-

meinde oder einen Zellenstaat bilden. Die Formen und Lebenserscheinungen aller mehrzelligen Organismen sind lediglich die Wirkung oder das Produkt der gesamten Formen und Lebenserscheinungen aller einzelnen sie zusammensetzenden Zellen. Das Ei, aus welchem sich die meisten Tiere und Pflanzen entwickeln, ist auch nur eine einfache Zelle.

Die einzelligen Organismen, d. h. diejenigen, welche zeitlebens den Formwert einer einzigen Zelle beibehalten, z. B. die Amoeben, pflanzen sich in der Regel auf die einfachste Weise durch Teilung fort. Dieser Prozeß unterscheidet sich von der vorher bei den Moneren beschriebenen Selbstteilung nur dadurch, daß zunächst aus dem festeren Zellkern (Nucleus) sich zwei neue Kerne bilden. Die beiden jungen Kerne entfernen sich voneinander und wirken nun wie zwei verschiedene Anziehungsmittelpunkte auf die umgebende weichere Eiweißmasse des Zellenleibes (Cytosoma). Dadurch zerfällt schließlich auch dieser in zwei Hälften, und es sind nun zwei neue Zellen vorhanden, welche der Mutterzelle gleich sind. War die Zelle von einer Membran umgeben, so teilt sich diese entweder nicht, oder sie folgt passiv der aktiven Einschnürung des Protoplasma, oder es wird von jeder jungen Zelle eine neue Haut ausgeschwitzt.

Ganz ebenso wie die selbständigen einzelligen Organismen, z. B. Amoeba, pflanzen sich nun auch die unselbständigen Zellen fort, welche in Gemeinden oder Staaten vereinigt bleiben und so den Körper der höheren Organismen zusammensetzen. Ebenso vermehrt sich auch durch einfache Teilung die Zelle, mit welcher die meisten Tiere und Pflanzen ihre individuelle Existenz beginnen, nämlich das Ei. Wenn sich aus einem Ei ein Tier, z. B. ein Säugetier, entwickelt, so beginnt dieser Entwicklungsprozeß stets damit, daß die einfache Eizelle durch fortgesetzte Selbstteilung einen Zellenhaufen bildet. Die äußere Hülle oder Zellhaut des kugeligen Eies bleibt ungeteilt. Zuerst zerfällt nach Eintritt der Befruchtung der Zellenkern des Eies durch Selbstteilung in zwei

Kerne, dann folgt der Zellenleib (der Dotter des Eies) nach. In gleicher Weise zerfallen durch die fortgesetzte Selbstteilung die zwei Zellen in vier, diese in acht, in sechszehn, zweiunddreißig usw., und es entsteht schließlich ein kugeliger Haufe von sehr zahlreichen kleinen Zellen. Diese bauen nun durch weitere Vermehrung und ungleichartige Ausbildung (Arbeitsteilung) allmählich den zusammengesetzten mehrzelligen Organismus auf. Jeder von uns hat im Beginne seiner individuellen Entwicklung denselben Prozeß durchgemacht.

Wenn Sie nun zunächst nur diese einfachste Form der Fortpflanzung, die Selbstteilung betrachten, so werden Sie es gewiß nicht wunderbar finden, daß die Teilungsprodukte des ursprünglichen Organismus dieselben Eigenschaften besitzen, wie das elterliche Individuum. Sie sind ja Teilhälften des elterlichen Organismus, und da die Materie, der Plasmastoff, in beiden Hälften derselbe ist, da die beiden jungen Individuen gleich viel und gleich beschaffene Materie von dem elterlichen Individuum überkommen haben, so müssen natürlich auch die Lebenserscheinungen, die physiologischen Eigenschaften in den beiden Kindern dieselben sein. In der Tat sind in jeder Beziehung, sowohl hinsichtlich ihrer Form und ihres Stoffes, als hinsichtlich ihrer Lebenserscheinungen, die beiden Tochterzellen nicht voneinander und von der Mutterzelle zu unterscheiden. Sie haben von ihr die gleiche Natur geerbt.

Nun findet sich aber dieselbe einfache Fortpflanzung durch Teilung nicht bloß bei den einfachen Zellen, sondern auch bei höher stehenden mehrzelligen Organismen, z. B. bei den Korallentieren. Viele derselben, welche schon einen höheren Grad von Zusammensetzung und Organisation zeigen, pflanzen sich dennoch einfach durch Teilung fort. Hier zerfällt der ganze Organismus mit allen seinen Organen in zwei gleiche Hälften, sobald er durch Wachstum ein gewisses Maß der Größe erreicht hat. Jede Hälfte ergänzt sich alsbald wieder durch

Wachstum zu einem vollständigen Individuum. Auch hier finden Sie es gewiß selbstverständlich, daß die beiden Teilungsprodukte die Eigenschaften des elterlichen Organismus teilen; denn sie sind ja selbst von Anfang an gleiche Substanzhälften desselben.

An die Vermehrung durch Teilung schließt sich zunächst die Fortpflanzung durch Knospenbildung an. Diese Art der Monogonie findet bei den einfachen Zellen selten statt; dagegen ist sie außerordentlich weit verbreitet bei den Histonen, den aus vielen Zellen zusammengesetzten höheren Organismen. Fast allgemein verbreitet ist die Knospenbildung im Pflanzenreich, weniger im Tierreich. Jedoch kommt sie auch hier im Stamme der Nesseltiere, insbesondere bei den Korallen und bei einem großen Teile der Medusen sehr häufig vor, ferner bei einem Teile der Plattentiere, Wurmtiere, Manteltiere und anderen. Die meisten verzweigten Tierstöcke, welche auch äußerlich den verzweigten Pflanzenstöcken so ähnlich sind, entstehen gleich diesen durch Knospenbildung.

Die Fortpflanzung durch Knospenbildung (Gemmatio) ist von der Fortpflanzung durch Teilung wesentlich verschieden. Die beiden durch Knospung entstandenen Organismen sind nicht von gleichem Alter und daher anfänglich auch nicht von gleichem Werte, wie es bei der Teilung der Fall ist. Bei der letzteren können wir offenbar keines der beiden neu erzeugten Individuen als das elterliche, als das erzeugende ansehen, weil beide ja gleichen Anteil an der Zusammensetzung des ursprünglichen, elterlichen Individuums haben. Wenn dagegen ein Organismus eine Knospe treibt, so ist die letztere das Kind des ersteren. Beide Individuen sind von ungleichem Alter und daher zunächst auch von ungleicher Größe und ungleichem Formenwert. Wenn z. B. eine Zelle durch Knospenbildung sich fortpflanzt, so sehen wir nicht, daß die Zelle in zwei gleiche Hälften zerfällt, sondern es bildet sich an einer Stelle eine Hervorragung, welche größer und größer wird, und welche

sich mehr oder weniger von der elterlichen Zelle absondert und nun selbständig wächst. Ebenso bemerken wir bei der Knospenbildung einer Pflanze oder eines Tieres, daß an einer Stelle des ausgebildeten Individuums jene kleine lokale Wucherung entsteht, welche größer und größer wird und ebenfalls durch selbständiges Wachstum sich mehr oder weniger von dem elterlichen Organismus absondert. Die Knospe kann später, nachdem sie eine gewisse Größe erlangt hat, entweder vollkommen von dem Elternindividuum sich ablösen, oder sie kann mit diesem im Zusammenhang bleiben und einen Stock bilden, dabei aber doch ganz selbständig weiterleben. Während das Wachstum, welches die Fortpflanzung einleitet, bei der Teilung ein totales ist und den ganzen Körper betrifft, ist dasselbe dagegen bei der Knospenbildung ein partielles und betrifft nur einen Teil des elterlichen Organismus. Aber auch hier behält die Knospe, das neu erzeugte Individuum, welches mit dem elterlichen Organismus so lange im unmittelbarsten Zusammenhang steht und aus diesem hervorgeht, dessen wesentliche Eigenschaften und dessen ursprüngliche, für die Art charakteristische Bildungsrichtung bei.

An die Knospenbildung schließt sich unmittelbar eine dritte Art der ungeschlechtlichen Fortpflanzung an, diejenige durch Keimknospenbildung (Polysporogonia). Bei niederen unvollkommenen Organismen, so bei sehr vielen Kryptogamen, und bei manchen Niedertieren, sondert sich in einem aus vielen Zellen zusammengesetztes Individuum eine kleine Zellengruppe von den umgebenden Zellen ab, so z. B. die „Gemmula" des Süßwasserschwammes (Spongilla). Später wächst diese isolierte Zellengruppe allmählich zu einem Individuum heran, welches dem elterlichen ähnlich und selbständig wird.

Offenbar ist die Keimknospenbildung von der echten Knospenbildung nur wenig verschieden. Andrerseits aber berührt sie sich mit einer vierten Form der ungeschlechtlichen Fortpflanzung, welche bei-

nahe schon zur geschlechtlichen Zeugung hinüberführt, nämlich mit der Keimzellenbildung (Monosporogonia), oft auch schlechtweg Sporenbildung (Sporogonia) genannt. Hier ist es nicht mehr eine Zellengruppe, sondern eine einzelne Zelle, welche sich im Innern des erzeugenden Organismus von den umgebenden Zellen absondert, und sich erst weiter entwickelt, nachdem sie aus jenem ausgetreten ist. Nachdem diese Keimzelle oder Spore das Elternindividuum verlassen hat, vermehrt sie sich durch Teilung und bildet so einen vielzelligen Organismus, welcher durch Wachstum und allmähliche Ausbildung die erblichen Eigenschaften des elterlichen Organismus wieder erlangt. So geschieht es sehr häufig bei Algen, Moosen, Farnen und anderen niederen Pflanzen.

Obwohl die Keimzellenbildung der Keimknospenbildung sehr nahe steht, entfernt sie sich doch offenbar von dieser wie von den vorher angeführten anderen Formen der ungeschlechtlichen Fortpflanzung sehr wesentlich dadurch, daß nur ein ganz kleiner Teil des erzeugenden Organismus die Fortpflanzung und somit auch die Vererbung vermittelt. Bei der Selbstteilung, wo der ganze Organismus in zwei Hälften zerfällt, bei der Knospenbildung, wo ein ansehnlicher und bereits mehr oder minder entwickelter Körperteil von dem zeugenden Individuum sich absondert, finden wir es sehr begreiflich, daß Formen und Lebenserscheinungen in dem zeugenden und erzeugten Organismus dieselben sind. Viel schwieriger ist schon bei der Keimknospenbildung und noch schwerer bei der Keimzellenbildung zu begreifen, wie dieser ganz kleine, ganz unentwickelte Körperteil, diese Zellengruppe oder einzelne Zelle nicht bloß gewisse elterliche Eigenschaften unmittelbar mit in ihre selbständige Existenz hinübernimmt, sondern auch nach ihrer Trennung vom elterlichen Individuum sich zu einem vielzelligen Körper entwickelt, und in diesem die Formen und die Lebenserscheinungen des ursprünglichen, zeugenden Organismus wieder zutage treten läßt. Diese letzte Form der mo-

nogonen Fortpflanzung, die Keimzellen- oder Sporenbildung, führt uns hierdurch bereits unmittelbar zu der am schwierigsten zu erklärenden Form der Fortpflanzung, zur geschlechtlichen Zeugung, hinüber.

Die geschlechtliche (amphigone oder sexuelle) Zeugung (Amphigonia) ist die gewöhnliche Fortpflanzungsart bei allen höheren Tieren und Pflanzen. Offenbar hat sich dieselbe im Verlaufe der Erdgeschichte erst später aus der ungeschlechtlichen Fortpflanzung, und zwar zunächst aus der Keimzellenbildung entwickelt. In den frühesten Perioden der organischen Erdgeschichte pflanzten sich alle Organismen nur auf ungeschlechtlichem Wege fort, wie es gegenwärtig noch zahlreiche niedere Organismen tun, insbesondere viele von jenen einzelligen Wesen, welche auf der niedrigsten Stufe der Organisation stehen. Man kann dieselben weder als Tiere noch als Pflanzen in gewöhnlichem Sinne betrachten; vielleicht werden sie am besten als Urwesen oder Protisten aus dem Tier- und Pflanzenreich ausgeschieden. Indessen erfolgt bei vielen Protisten die Vermehrung durch Teilung oder Sporenbildung erst dann, wenn die Verschmelzung von zwei individuellen Zellen vorausgegangen ist. Diese Konjugation oder Kopulation ist der Anfang der geschlechtlichen Fortpflanzung, welche bei den höheren Tieren und Pflanzen gegenwärtig die Vermehrung der Individuen in der Regel allein vermittelt.

Während bei allen vorhin erwähnten Hauptformen der ungeschlechtlichen Fortpflanzung, bei der Teilung, Knospenbildung, Keimknospenbildung und Keimzellenbildung, die abgesonderte Zelle oder Zellengruppe für sich allein imstande ist, sich zu einem neuen Individuum auszubilden, so muß dieselbe bei der geschlechtlichen Fortpflanzung erst durch einen anderen Zeugungsstoff befruchtet werden. Zwei verschiedene Zellen, die männliche Samenzelle (Spermium) und die weibliche Eizelle (Ovulum) müssen miteinander verschmelzen; und aus der neuen durch diese Kopulation entstandenen Zelle (der

Stammzelle, Cytula) entwickelt sich der vielzellige Organismus. Diese beiden verschiedenen Zeugungselemente, der männliche Samen und das weibliche Ei, werden entweder von einem und demselben Individuum erzeugt (Zwitterbildung, Hermaphrodismus), oder von zwei verschiedenen Individuen (Geschlechtstrennung, Gonochorismus).

Die einfachere und niedere Form der geschlechtlichen Fortpflanzung ist die Zwitterbildung (Hermaphrodismus). Sie findet sich bei der großen Mehrzahl der Pflanzen, aber nur bei einer gewissen Minderzahl der Tiere, z. B. bei den Gartenschnecken, Blutegeln, Regenwürmern und vielen anderen Würmern. Jedes einzelne Individuum erzeugt als Zwitter (Hermaphroditus) in sich beiderlei Geschlechtsstoffe, Eier und Samen. Bei den meisten höheren Pflanzen enthält jede Blüte sowohl die männlichen Organe (Staubfäden und Staubbeutel) als die weiblichen Organe (Griffel und Fruchtknoten). Die Gartenschnecke erzeugt an einer Stelle ihrer Geschlechtsdrüse Eier, an einer anderen Sperma. Der Blutegel hat ein Paar Eierstöcke und neun Paar Samendrüsen. Viele Zwitter können sich selbst befruchten; bei anderen ist eine Kopulation und gegenseitige Befruchtung zweier Individuen notwendig, um die Eier zur Entwicklung zu veranlassen. Durch diese Wechselkreuzung werden die Nachteile der Inzucht vermieden. Das ist schon der Übergang zur Geschlechtstrennung.

Die Geschlechtstrennung (Gonochorismus) ist die höhere und entwickeltere von beiden Arten der geschlechtlichen Zeugung. Sie ist gegenwärtig die allgemeine Fortpflanzungsart der höheren Tiere, findet sich dagegen nur bei einer geringeren Anzahl von Pflanzen (z. B. manchen Wasserpflanzen: Hydrocharis, Vallisneria; vielen Bäumen: Weiden, Pappeln). Jedes organische Individuum als Nichtzwitter (Gonochoristus) erzeugt in sich nur einen von beiden Zeugungsstoffen, entweder männlichen oder weiblichen. Die weiblichen Individuen bilden sowohl bei den Tieren als bei den Pflanzen Eier oder Eizellen.

Die Eier der Pflanzen wurden früher bei den Blütenpflanzen (Phanerogamen) „Embryosäcke", bei den Blütenlosen (Kryptogamen) dagegen Makrosporen genannt. Die männlichen Individuen sondern bei den Tieren den befruchtenden Samen (Sperma) ab, bei den Pflanzen dem Sperma entsprechende Körperchen; Pollenkörner oder Blütenstaub bei den Phanerogamen; bei den Kryptogamen ein Sperma, welches gleich demjenigen der meisten Tiere aus lebhaft beweglichen, in einer Flüssigkeit schwimmenden Geißelzellen besteht, den Mikrosporen oder Spermien (auch Zoospermien, Spermatozoon oder Spermazellen genannt).

Eine interessante Übergangsform von der geschlechtlichen Zeugung zu der (nächststehenden) ungeschlechtlichen Keimzellenbildung bietet die sogenannte jungfräuliche Zeugung dar (Parthenogenesis). Diese ist in neuerer Zeit bei vielen niederen Krebsen (besonders Kiemenfüßlern) und vielen Insekten nachgewiesen worden; Keimzellen, die sonst den gewöhnlichen Eizellen ganz ähnlich erscheinen und ebenso entstehen, können sich zu neuen Individuen entwickeln, ohne des befruchtenden Samens zu bedürfen. Die merkwürdigsten und lehrreichsten von den verschiedenen parthenogenetischen Erscheinungen bieten uns diejenigen Fälle, in denen dieselben Keimzellen, je nachdem sie befruchtet werden oder nicht, verschiedene Individuen erzeugen. Bei unseren gewöhnlichen Honigbienen entsteht aus den Eiern der Königin ein männliches Individuum (eine Drohne), wenn das Ei nicht befruchtet wird; ein weibliches (eine Königin oder Arbeiterin), wenn das Ei befruchtet wird. Es zeigt sich hier deutlich, daß in der Tat eine tiefe Kluft zwischen geschlechtlicher und geschlechtsloser Zeugung nicht existiert, daß beide Formen vielmehr unmittelbar zusammenhängen. Übrigens ist die Parthenogenesis der Krebse und Insekten keine ursprüngliche, primäre Erscheinung, vielmehr erst sekundär durch Ausfall des männlichen Geschlechts entstanden; aus irgendeinem Grunde

sind die Männchen überflüssig geworden! Viele Gliedertiere, so die Wasserflöhe oder Daphniden unter den Krebsen, und die Blattläuse oder Aphiden unter den Insekten, vermehren sich im Sommer massenhaft durch jungfräuliche Zeugung; erst im Herbste erscheinen wieder Männchen, welche die geschlechtliche Fortpflanzung besorgen. Diese Form des „Generationswechsels" wird als Heterogonie unterschieden.

Jedenfalls ist sowohl bei Pflanzen als auch bei Tieren die geschlechtliche Zeugung, die als ein so wunderbarer Vorgang erscheint, erst in späterer Zeit aus der älteren ungeschlechtlichen Zeugung hervorgegangen. In beiden Fällen ist die Vererbung eine notwendige Teilerscheinung der Fortpflanzung. Die Verschmelzung von zwei gleichartigen Zellen, welche bei zahlreichen Protisten die ungeschlechtliche Vermehrung durch Teilung oder Sporenbildung einleitet (— bald als vorübergehende Konjugation, bald als bleibende Kopulation —) ist der erste Schritt zur Amphigonie. Der zweite Schritt ist die ungleichartige Ausbildung oder Divergenz der beiden Zellen, ihre Arbeitsteilung und Formspaltung. Die kleinere und beweglichere Zelle gestaltet sich zur männlichen Spermazelle, die größere und trägere Zelle hingegen zur weiblichen Eizelle.

Innerhalb der Algenklasse können wir die phyletische Ausbildung dieser Divergenz stufenweise verfolgen. Während bei niederen Algen (z. B. Ulothrix) die beiden kopulierenden Zellen (die sogenannten „Gameten") noch gleich sind, unterscheiden sie sich bei den meisten schon durch ihre Größe; aus den kleinen (Mikrogonidien) werden später männliche Spermien; die größeren (Makrogonidien) verwandeln sich in Eizellen. Beide Geschlechtszellen übertragen bei ihrer Verschmelzung ihre besonderen Eigenschaften erblich auf das gemeinsame Produkt. Diese Vererbung wird uns begreiflich, wenn wir die ganze Kette der angeführten Fortpflanzungserscheinungen vergleichend im Zusammenhang überblicken.

NEUNTER VORTRAG

Vererbungsgesetze und Vererbungstheorien.

Zu den wichtigsten Fortschritten, welche durch die Entwicklungslehre seit vierzig Jahren in die allgemeine Naturgeschichte eingeführt worden sind, gehört sicher das tiefere Verständnis der beiden großen organischen Gestaltungskräfte, der Vererbung einerseits, der Anpassung andererseits. Ihre vielfach verwickelte Wechselwirkung reicht aus, um unter den stets wechselnden Verhältnissen des Kampfes ums Dasein die ganze Mannigfaltigkeit der organischen Formenwelt hervorzubringen. Die ältere Naturphilosophie, im Anfange des neunzehnten Jahrhunderts, erkannte zwar auch schon die hohe Bedeutung dieser Wechselwirkung, vermochte aber in den rätselvollen Charakter der beiden gestaltenden „Bildungstriebe" nicht tiefer einzudringen. Jetzt hingegen, wo die großartigen Fortschritte der Morphologie und Physiologie, der Histologie und Ontogenie, uns einen viel tieferen Einblick in ihr wahres Wesen gestatten, erkennen wir in ihnen echte physiologische Funktionen, d. h. allgemeine Lebenstätigkeiten der Organismen selbst; und wie alle anderen Lebenstätigkeiten, beruhen auch diese beiden fundamentalen Gestaltungskräfte zuletzt auf physikalischen und chemischen Eigenschaften der Substanz. Allerdings erscheinen diese oft äußerst verwickelt; sie lassen sich aber doch im Grunde auf einfache, mechanische Ursachen, auf Anziehungs- und Abstoßungsverhältnisse der Stoffteilchen, der Molekeln und Atome zurückführen.

Wie ich zuerst in meiner Generellen Morphologie (1866) eingehend zu zeigen versuchte, ergibt sich das Verständnis der Vererbung aus den verwickelten Erscheinungen der Fortpflanzung, während die Erscheinungen der Anpassung aus den elementaren Verhältnissen der Ernährung sich erklären; insbesondere aus den trophischen Reizen, welche einerseits der unmittelbare Einfluß der äußeren Existenzbedingungen, andererseits die eigene Tätigkeit der Organe und der sie zusammensetzenden Zellen ausübt.

Im letzten Vortrage habe ich zu zeigen versucht, daß bei allen verschiedenen Formen der Fortpflanzung (— und also auch der Vererbung —) das Wesentlichste immer die Ablösung eines Teiles des elterlichen Organismus und die Befähigung desselben zur individuellen, selbständigen Existenz ist. In allen Fällen dürfen wir daher von vornherein schon erwarten, daß die kindlichen Individuen dieselben Lebenserscheinungen und Formeigenschaften erlangen werden, welche die elterlichen Individuen besitzen; denn sie sind ja „Fleisch und Bein der Eltern"! Immer ist es nur eine größere oder geringere Quantität von der elterlichen Materie, und zwar von dem eiweißartigen Plasma der Zellsubstanz, welche auf das kindliche Individuum übergeht. Mit der Materie werden aber auch deren Lebenseigenschaften, die molekularen Bewegungen des Plasma, übertragen, welche sich dann in ihrer Gestaltung äußern. Wenn Sie sich die angeführte Kette von verschiedenen Fortpflanzungsformen in ihrem Zusammenhange vor Augen stellen, so verliert die Vererbung durch geschlechtliche Zeugung sehr viel von dem Rätselhaften und Wunderbaren, das sie auf den ersten Blick für den Laien besitzt. Anfänglich erscheint es freilich höchst wunderbar, daß bei der geschlechtlichen Fortpflanzung des Menschen, wie aller höheren Tiere, das kleine Ei, eine winzige, für das bloße Auge oft nicht sichtbare Zelle, imstande ist, alle Eigenschaften des mütterlichen Organismus auf den kindlichen zu übertragen; und nicht weniger rätselhaft muß es er-

scheinen, daß zugleich die wesentlichen Eigenschaften des väterlichen Organismus auf den kindlichen übertragen werden vermittelst des männlichen Sperma, welches die Eizelle befruchtete; vermittelst einer einzigen von jenen feinen mikroskopischen Geißelzellen oder Spermien, welche in der schleimigen Masse des Samens sich umherbewegen. Sobald Sie aber jene zusammenhängende Stufenleiter der verschiedenen Fortpflanzungsarten vergleichen, bei welcher der kindliche Organismus als überschüssiges Wachstumsprodukt des Elternindividuums sich immer mehr von ersterem absondert und immer frühzeitiger die selbständige Laufbahn betritt; sobald Sie zugleich erwägen, daß auch das Wachstum und die Ausbildung jedes höheren Organismus bloß auf der Vermehrung der ihn zusammensetzenden Zellen, auf deren einfacher Fortpflanzung durch Teilung beruht, so wird es Ihnen klar, daß alle diese merkwürdigen Vorgänge in eine Reihe gehören.

Das Leben jedes organischen Individuums ist nichts weiter als eine zusammenhängende Kette von sehr verwickelten materiellen Bewegungserscheinungen. Diese Bewegungen sind als Veränderungen in der Lage und Zusammensetzung der Moleküle zu denken, der kleinsten (aus Atomen in höchst mannigfaltiger Weise zusammengesetzten) Teilchen der belebten Materie. Die spezifisch bestimmte Richtung dieser gleichartigen, anhaltenden, immanenten Lebensbewegung wird in jedem Organismus durch die chemische Mischung des eiweißartigen Zeugungsstoffes bedingt, welcher ihm den Ursprung gab. Bei dem Menschen, wie bei den höheren Tieren, welche geschlechtlich sich fortpflanzen, beginnt die individuelle Lebensbewegung in dem Momente, in welchem die Eizelle von der Samenzelle befruchtet wird, in welchem beide Zeugungsstoffe sich tatsächlich vermischen; von da an wird nun die Richtung der Lebensbewegung durch die spezifische, oder richtiger individuelle Beschaffenheit sowohl des Samens als des Eies bestimmt. Über die rein mechanische,

materielle Natur dieses Vorganges kann kein Zweifel sein. Aber staunend und bewundernd müssen wir hier vor der unendlich verwickelten Molekularstruktur der eiweißartigen Materie stillstehen. Staunen müssen wir über die unleugbare Tatsache, daß die einfache Eizelle der Mutter, der einzige Samenfaden oder die flimmernde Spermazelle des Vaters, so genau die molekulare individuelle Lebensbewegung im Plasma dieser beiden Individuen auf das Kind überträgt, daß nachher die feinsten körperlichen und geistigen Eigentümlichkeiten der beiden Eltern an diesem wieder in die lebendige Erscheinung treten.

Hier stehen wir vor einer mechanischen Naturerscheinung, von welcher Virchow, der berühmte Begründer der „Zellular-Pathologie", mit vollem Rechte sagt: „Wenn der Naturforscher dem Gebrauche der Geschichtschreiber und Kanzelredner zu folgen liebte, ungeheure und in ihrer Art einzige Erscheinungen mit dem hohlen Gepränge schwerer und tönender Worte zu überziehen, so wäre hier der Ort dazu; denn wir sind an eines der großen Mysterien der tierischen Natur getreten, welche die Stellung des Tieres gegenüber der ganzen übrigen Erscheinungswelt enthalten. Die Frage von der Zellenbildung, die Frage von der Erregung anhaltender gleichartiger Bewegung, endlich die Fragen von der Selbständigkeit des Nervensystems und der Seele — das sind die großen Aufgaben, an denen der Menschengeist seine Kraft mißt. Die Beziehung des Mannes und des Weibes zur Eizelle zu erkennen, heißt fast so viel, als alle jene Mysterien lösen. Die Entstehung und Entwicklung der Eizelle im mütterlichen Körper, die Übertragung körperlicher und geistiger Eigentümlichkeiten des Vaters durch den Samen auf dieselbe berühren alle Fragen, welche der Menschengeist je über des Menschen Sein aufgeworfen hat." Und, fügen wir hinzu, sie lösen diese höchsten Fragen mittels der Deszendenztheorie in rein mechanischem, rein monistischem Sinne!

Daß also auch bei der geschlechtlichen Fortpflan-

zung des Menschen und aller höheren Organismen die Vererbung, ein rein mechanischer Vorgang, unmittelbar durch den materiellen Zusammenhang des zeugenden und des gezeugten Organismus bedingt ist, ebenso wie bei der einfachsten ungeschlechtlichen Fortpflanzung der niederen Organismen, darüber kann kein Zweifel mehr sein. Doch will ich Sie bei dieser Gelegenheit sogleich auf einen wichtigen Unterschied aufmerksam machen, welchen die Vererbung bei der geschlechtlichen und bei der ungeschlechtlichen Fortpflanzung darbietet. Längst bekannt ist die Tatsache, daß die individuellen Eigentümlichkeiten des zeugenden Organismus viel genauer durch die ungeschlechtliche als durch die geschlechtliche Fortpflanzung auf das erzeugte Individuum übertragen werden. Die Gärtner machen von dieser Tatsache schon lange vielfach Gebrauch. Wenn z. B. von einer Baumart mit steifen, aufrecht stehenden Ästen zufällig ein einzelnes Individuum herabhängende Zweige bekommt, so kann der Gärtner in der Regel diese Eigentümlichkeit nicht durch geschlechtliche, sondern nur durch ungeschlechtliche Fortpflanzung vererben. Die von einem solchen „Trauerbaum" abgeschnittenen Zweige, als Stecklinge gepflanzt, bilden späterhin Bäume, welche ebenfalls hängende Äste haben, wie z. B. die Trauerweiden, Trauerbuchen. Samenpflanzen dagegen, welche man aus dem Samen eines solchen Trauerbaumes zieht, erhalten in der Regel wieder die ursprüngliche, steife und aufrechte Zweigform der Voreltern. In sehr auffallender Weise kann man dasselbe auch an den sogenannten „Blutbäumen" wahrnehmen, d. h. Spielarten von Bäumen, welche sich durch rote oder rotbraune Farbe der Blätter auszeichnen. Abkömmlinge von solchen Blutbäumen (z. B. Blutbuchen), welche man durch ungeschlechtliche Fortpflanzung, durch Stecklinge erzeugt, zeigen die eigentümliche Farbe und Beschaffenheit der Blätter, welche das elterliche Individuum auszeichnet, während andere, aus dem Samen der Blutbäume gezo-

gene Individuen in die grüne Blattfarbe zurückschlagen.

Dieser Unterschied in der Vererbung wird Ihnen sehr natürlich vorkommen, sobald Sie erwägen, daß der materielle Zusammenhang zwischen zeugenden und erzeugten Individuen bei der ungeschlechtlichen Fortpflanzung viel inniger ist und viel länger dauert, als bei der geschlechtlichen. Die individuelle Richtung der molekularen Lebensbewegung kann sich daher bei der ungeschlechtlichen Fortpflanzung viel länger und gründlicher in dem kindlichen Organismus befestigen und viel strenger vererben. Alle diese Erscheinungen, im Zusammenhang betrachtet, bezeugen klar, daß die Vererbung der körperlichen und geistigen Eigenschaften ein rein materieller, mechanischer Vorgang ist. Durch die Fortpflanzung wird eine größere oder geringere Quantität eiweißartiger Stoffteilchen und damit zugleich die diesen Plasma-Molekeln anhaftende individuelle Bewegungsform vom elterlichen Organismus auf den kindlichen übertragen. Indem diese Bewegungsform sich beständig erhält, müssen auch die feineren Eigentümlichkeiten, die am elterlichen Organismus haften, früher oder später im kindlichen Organismus wieder erscheinen.

Die wichtigste Aufgabe der Vererbungsphysiologie würde es nun sein, tiefer in die Erkenntnis dieser molekularen Bewegungsvorgänge einzudringen und die damit verknüpften physikalisch-chemischen Vorgänge genauer, und womöglich experimentell, zu untersuchen. Indessen ist diese Aufgabe so außerordentlich schwierig, daß nicht einmal eine von den bisher aufgestellten molekularen Vererbungstheorien genügend erscheint. Bevor wir auf diese eingehen, erscheint es zweckmäßig, noch erst einen Blick auf die verschiedenen Äußerungsweisen der Erblichkeit zu werfen, welche man vielleicht schon jetzt als „Vererbungsgesetze“ aufstellen kann. Leider ist auch für diesen so außerordentlich wichtigen Gegenstand sowohl in der Zoologie als auch in der Botanik bisher nur sehr wenig geschehen, und namentlich die eigent-

lichen Physiologen haben sich darum nur selten gekümmert. Das meiste, was man von den verschiedenen Vererbungsgesetzen weiß, beruht auf den Erfahrungen der Landwirte und der Gärtner. Daher ist es nicht zu verwundern, daß im ganzen diese äußerst interessanten und wichtigen Erscheinungen nicht mit der wünschenswerten wissenschaftlichen Schärfe untersucht und als physiologische Gesetze erkannt sind.

Wir können zunächst alle verschiedenen Erblichkeitserscheinungen in zwei Gruppen bringen, welche wir als Vererbung ererbter Charaktere und Vererbung erworbener Charaktere unterscheiden; und wir können die erstere als die erhaltende (konservative) Vererbung, die zweite als die fortschreitende (progressive) Vererbung bezeichnen. Diese Unterscheidung beruht auf der äußerst wichtigen Tatsache, daß die Einzelwesen einer jeden Art von Tieren und Pflanzen nicht allein diejenigen Eigenschaften auf ihre Nachkommen vererben können, welche sie selbst von ihren Vorfahren ererbt haben, sondern auch die individuellen Eigenschaften, die sie erst während ihres Lebens erworben haben. Diese letzteren werden durch die fortschreitende, die ersteren durch die erhaltende Erblichkeit übertragen. Zunächst haben wir nun hier die Erscheinungen der konservativen oder erhaltenden Vererbung zu untersuchen; d. h. der Vererbung solcher Eigenschaften, welche der betreffende Organismus von seinen Eltern oder Vorfahren schon erhalten hat.

Unter den Erscheinungen der konservativen Vererbung tritt uns zunächst als das allgemeinste Gesetz dasjenige entgegen, welches wir das Gesetz der ununterbrochenen oder kontinuierlichen Vererbung nennen können. Dasselbe hat unter den höheren Tieren und Pflanzen so allgemeine Gültigkeit, daß der Laie zunächst seine Wirksamkeit überschätzen und es für das einzige, allein maßgebende Vererbungsgesetz halten dürfte. Dieses Gesetz drückt einfach die Tatsache aus, daß bei den meisten Tier-

und Pflanzenarten jede Generation im ganzen der andern gleich ist, daß die Eltern ebenso den Großeltern wie den Kindern ähnlich sind. „Gleiches erzeugt Gleiches", sagt man gewöhnlich, richtiger aber: „Ähnliches erzeugt Ähnliches". Denn in der Tat sind die Nachkommen oder Deszendenten eines jeden Organismus demselben niemals in allen Stücken absolut gleich, sondern immer nur in einem mehr oder weniger hohen Grade ähnlich. Dieses Gesetz ist so allgemein bekannt, daß ich keine Beispiele anzuführen brauche.

In einem gewissen Gegensatz zu demselben steht das Gesetz der unterbrochenen oder latenten Vererbung, welche man auch als abwechselnde oder alternierende Vererbung bezeichnen könnte. Dieses wichtige Gesetz erscheint hauptsächlich in Wirksamkeit bei vielen niederen Tieren und Pflanzen und äußert sich hier im Gegensatz zu dem ersteren darin, daß die Kinder den Eltern nicht gleich, sondern sehr unähnlich sind, und daß erst die dritte oder eine spätere Generation der ersteren wieder ähnlich wird. Die Enkel sind den Großeltern gleich, den Eltern aber ganz unähnlich. Diese merkwürdige Erscheinung tritt bekanntermaßen in geringerem Grade auch in den menschlichen Familien sehr häufig auf. Zweifelsohne wird jeder von Ihnen einzelne Familienglieder kennen, welche in dieser oder jener Eigentümlichkeit viel mehr dem Großvater oder der Großmutter als dem Vater oder der Mutter gleichen. Bald sind es körperliche Eigenschaften, z. B. Gesichtszüge, Haarfarbe, Körpergröße, bald geistige Eigenheiten, z. B. Temperament, Energie, Verstand, welche in dieser Art sprungweise vererbt werden. Ebenso wie beim Menschen können Sie diese Tatsache bei den Haustieren beobachten. Bei den am meisten veränderlichen Haustieren, beim Hund, Pferd, Rind, machen die Tierzüchter sehr häufig die Erfahrung, daß ihr Züchtungsprodukt mehr dem großelterlichen als dem elterlichen Organismus ähnlich ist. Wollen Sie dies Gesetz allgemein ausdrücken und die Reihe

der Generationen mit den Buchstaben des Alphabets bezeichnen, so wird A = C = E, ferner B = D = F usf.

Noch viel auffallender als bei den höheren tritt uns bei den niederen Tieren und Pflanzen diese merkwürdige Tatsache entgegen, und zwar in dem berühmten Phänomen des Generationswechsels (Metagenesis). Diese Art der Fortpflanzung ist sehr verbreitet bei den Nesseltieren, Plattentieren, Manteltieren u. a.; im Pflanzenreiche bei den Kryptogamen (Farnen und Mosen). Hier erzeugt das organische Individuum zunächst eine Form, die gänzlich von der Elternform verschieden ist, und erst die Nachkommen dieser zweiten Generation werden der ersten wieder ähnlich. Dieser regelmäßige Generationswechsel wurde 1819 von dem Dichter Chamisso auf seiner Weltumseglung bei den Salpen entdeckt, zylindrischen und glasartig durchsichtigen Manteltieren, welche scharenweise an der Oberfläche des Meeres schwimmen. Hier erzeugt die größere Generation, welche als Einsiedler lebt und ein hufeisenförmiges Auge besitzt, auf ungeschlechtlichem Wege (durch Knospenbildung) eine gänzlich verschiedene kleinere Generation. Die Individuen dieser zweiten kleineren Generation leben in Ketten vereinigt und besitzen ein kegelförmiges Auge. Jedes Individuum einer solchen Kette erzeugt auf geschlechtlichem Wege (als Zwitter) wiederum einen geschlechtslosen Einsiedler der ersten, größeren Generation. Es sind also hier bei den Salpen immer die erste, dritte, fünfte Generation und ebenso die zweite, vierte, sechste Generation einander ganz ähnlich. Nun ist es aber nicht immer bloß eine Generation, die so überschlagen wird, sondern in anderen Fällen auch mehrere, so daß also die erste Generation der vierten und siebenten usw. gleicht, die zweite der fünften und achten, die dritte der sechsten und neunten, und so weiter fort. Drei in dieser Weise verschiedene Generationen wechseln z. B. bei den zierlichen Seetönnchen (Doliolum) miteinander ab, kleinen Manteltieren, welche den Salpen nahe verwandt

sind. Hier ist A = D = G, ferner B = E = H, und C = F = I. Bei den Blattläusen folgt auf jede geschlechtliche Generation eine Reihe von acht bis zehn oder mehr ungeschlechtlichen Generationen, die unter sich ähnlich und von der geschlechtlichen verschieden sind. Dann tritt erst wieder eine geschlechtliche Generation auf, die der längst verschwundenen gleich ist.

Wenn Sie dieses merkwürdige Gesetz der latenten oder unterbrochenen Vererbung weiter verfolgen und alle dahin gehörigen Erscheinungen zusammenfassen, so können Sie auch die bekannten Erfahrungen des Rückschlags darunter begreifen. Unter Rückschlag oder Atavismus versteht man die allen Tierzüchtern bekannte merkwürdige Tatsache, daß bisweilen einzelne Tiere eine Form einnehmen, welche schon seit vielen Generationen nicht vorhanden war und einer längst entschwundenen Generation angehört. Eines der merkwürdigsten hierher gehörigen Beispiele ist die Tatsache, daß bei einzelnen Pferden bisweilen ganz charakteristische dunkle Streifen auftreten, ähnlich denen des Zebra, Quagga und anderer wilder Pferdearten Afrikas. Hauspferde von den verschiedensten Rassen und von allen Farben zeigen bisweilen solche dunkle Streifen, z. B. einen Längsstreifen des Rückens, Querstreifen der Schultern und der Beine usw. Die plötzliche Erscheinung dieser Streifen läßt sich nur erklären als eine Wirkung der latenten Vererbung, als ein Rückschlag in die längst verschwundene uralte gemeinsame Stammform aller Pferdearten, welche zweifelsohne gleich den Zebras, Quaggas usw. gestreift war. Ebenso erscheinen auch bei anderen Haustieren oft plötzlich gewisse Eigenschaften wieder, welche ihre längst ausgestorbenen wilden Stammeltern auszeichneten. Auch unter den Pflanzen kann man den Rückschlag sehr häufig beobachten. Sie kennen wohl alle das wilde gelbe Löwenmaul (Linaria vulgaris), eine auf unseren Äckern und Wegen sehr gemeine Pflanze. Die rachenförmige gelbe Blüte derselben enthält zwei lange

und zwei kurze Staubfäden. Bisweilen aber erscheint eine einzige Blüte (Peloria), welche trichterförmig und ganz regelmäßig aus fünf einzelnen gleichen Abschnitten zusammengesetzt ist, mit fünf gleichartigen Staubfäden. Diese Peloria können wir nur erklären als einen Rückschlag in die längst entschwundene uralte gemeinsame Stammform aller derjenigen Pflanzen, welche gleich dem Löwenmaul eine rachenförmige zweilippige Blüte mit zwei langen und zwei kurzen Staubfäden besitzen. Jene Stammform besaß gleich der Peloria eine regelmäßige fünfteilige Blüte mit fünf gleichen, später erst allmählich ungleich gewordenen Staubfäden.

Wenn Kulturpflanzen oder Haustiere verwildern, wenn sie den Bedingungen des Kulturlebens entzogen werden, so gehen sie Veränderungen ein, welche nicht bloß als Anpassung an die neuerworbene Lebensweise erscheinen, sondern auch teilweise als Rückschlag in die uralte Stammform, aus welcher die Kulturformen erzogen worden sind. So kann man z. B. die verschiedenen Sorten des Kohls durch absichtliche Verwilderung allmählich auf die ursprüngliche Stammform zurückführen. Ebenso schlagen die verwilderten Hunde, Pferde, Rinder usw. oft mehr oder weniger in eine längst ausgestorbene Generation zurück.

Als ein drittes Gesetz der erhaltenden oder konservativen Vererbung können wir das Gesetz der geschlechtlichen oder sexuellen Vererbung bezeichnen, nach welchem jedes Geschlecht auf seine Nachkommen desselben Geschlechts Eigentümlichkeiten überträgt, welche es nicht auf die Nachkommen des anderen Geschlechts vererbt. Die sog. „sekundären Sexualcharaktere", welche in mehrfacher Beziehung von außerordentlichem Interesse sind, liefern für dieses Gesetz überall zahlreiche Beispiele. Als untergeordnete oder sekundäre Sexualcharaktere bezeichnet man solche Eigentümlichkeiten des einen der beiden Geschlechter, welche nicht unmittelbar mit den Geschlechtsorganen selbst zusammenhängen.

Solche Charaktere, welche bloß dem männlichen Geschlecht zukommen, sind z. B. das Geweih des Hirsches, die Mähne des Löwen, der Sporn des Hahns. Hierher gehört auch der menschliche Bart, eine Zierde, welche gewöhnlich dem weiblichen Geschlecht versagt ist. Ähnliche Charaktere, welche bloß das weibliche Geschlecht auszeichnen, sind z. B. die entwickelten Brüste mit den Milchdrüsen der weiblichen Säugetiere, der Beutel der weiblichen Beuteltiere. Auch Körpergröße und Hautfärbung ist bei den weiblichen Tieren vieler Arten abweichend. Alle diese sekundären Geschlechtseigenschaften werden, ebenso wie die Geschlechtsorgane selbst, vom männlichen Organismus gewöhnlich nur auf den männlichen vererbt, nicht auf den weiblichen, und umgekehrt. Entgegengesetzte Tatsachen sind Ausnahmen von der herrschenden Regel.

Ein viertes hierher gehöriges Vererbungsgesetz steht in gewissem Sinne im Widerspruch mit dem letzterwähnten und beschränkt dasselbe, nämlich das Gesetz der gemischten oder beiderseitigen (amphigonen) Vererbung. Nach diesem Gesetze kann jedes organische Individuum, welches auf geschlechtlichem Wege erzeugt wird, von beiden Eltern Eigentümlichkeiten annehmen, sowohl vom Vater als von der Mutter. Diese Tatsache, daß von jedem der beiden Geschlechter persönliche Eigenschaften auf alle, sowohl männliche als weibliche Kinder übergehen, ist sehr wichtig. Goethe drückt sie von sich selbst in dem bekannten hübschen Verse aus:

„Vom Vater hab' ich die Statur, des Lebens ernstes Führen.
„Vom Mütterchen die Frohnatur und Lust zu fabulieren."

Diese Erscheinung wird Ihnen allen so bekannt sein, daß ich hier darauf nicht näher einzugehen brauche. Durch den verschiedenen Anteil ihres Charakters, welchen Vater und Mutter auf ihre Kinder vererben, werden vorzüglich die individuellen Verschiedenheiten der Geschwister bedingt. Dabei finden wir bekanntlich sehr häufig eine kreuzweise Ver-

erbung der beiden Geschlechter, so daß der Sohn mehr der Mutter gleicht, hingegen die Tochter mehr dem Vater. Diese größere Ähnlichkeit mit dem Elter des anderen Geschlechts zeigt sich oft auffallend nicht allein in der äußeren Körperform und besonders der Gesichtsbildung, sondern auch in den feineren Charakterzügen der Seele, mithin der molekularen Gehirnstruktur.

Eine ganz außerordentliche Bedeutung hat neuerdings der amphigonen Vererbung Weismann zugeschrieben, indem er sie bei allen vielzelligen Organismen (Metazoen und Metaphyten) als die allgemeine Ursache der individuellen Variabilität betrachtet. Diese einseitige Auffassung hängt zusammen mit der eigentümlichen Theorie von der Kontinuität des Keimplasma, welche dieser ausgezeichnete Naturforscher allzusehr überschätzt; infolgedessen leugnet er die Vererbung erworbener Eigenschaften überhaupt ganz.

Unter dieses Gesetz der gemischten oder amphigonen Vererbung gehört auch die sehr wichtige und interessante Erscheinung der Bastardzeugung (Hybridismus). Richtig gewürdigt, genügt sie allein schon vollständig, um das herrschende Dogma von der Konstanz der Arten zu widerlegen. Pflanzen sowohl als Tiere, welche zwei ganz verschiedenen Spezies angehören, können sich miteinander geschlechtlich vermischen und eine Nachkommenschaft erzeugen, die in vielen Fällen sich selbst wieder fortpflanzen kann, und zwar entweder (häufiger) durch Vermischung mit einem der beiden Stammeltern oder aber (seltener) durch reine Inzucht, indem Bastard sich mit Bastard vermischt. Das letztere ist z. B. bei den Bastarden von Hasen und Kaninchen festgestellt (Lepus Darwinii). Allbekannt sind die Bastarde zwischen Pferd und Esel, zwei ganz verschiedenen Arten einer Gattung (Equus). Diese Bastarde sind verschieden, je nachdem der Vater oder die Mutter zu der einen oder zu der anderen Art, zum Pferd oder zum Esel gehört. Das Maultier

(Mulus), welches von einer Pferdestute und einem Eselhengst erzeugt ist, hat ganz andere Eigenschaften als der Maulesel (Hinnus), der Bastard vom Pferdehengst und der Eselstute. Gewöhnlich ist der Bastard (Hybrida), der aus der Kreuzung zweier verschiedener Arten erzeugte Organismus, eine Mischform, welche Eigenschaften von beiden Eltern angenommen hat; allein die Eigenschaften des Bastards sind ganz verschieden, je nach der Form der Kreuzung. So zeigen auch die Mulattenkinder, welche von einem Europäer mit einer Negerin erzeugt werden, eine andere Mischung der Charaktere, als diejenigen Bastarde, welche ein Neger mit einer Europäerin erzeugt. Bei diesen Erscheinungen der Bastardzeugung sind wir (wie bei den anderen vorher erwähnten Vererbungsgesetzen) jetzt noch nicht imstande, die bewirkenden Ursachen im einzelnen nachzuweisen. Aber kein Naturforscher zweifelt daran, daß die Ursachen hier überall rein mechanisch in der Natur der organischen Substanz selbst begründet sind. Leider sind nur unsere groben Sinnesorgane ungenügende Hilfsmittel zu deren Erkenntnis.

Als ein fünftes Gesetz müssen wir nun unter den Erscheinungen der konservativen oder erhaltenden Vererbung noch das Gesetz der abgekürzten oder vereinfachten Vererbung anführen. Dieses Gesetz ist sehr wichtig für die Keimesgeschichte oder Ontogenie, d. h. für die Entwicklungsgeschichte der organischen Individuen. Wie ich bereits im ersten Vortrage erwähnte und später noch ausführlich zu erläutern habe, ist die Ontogenie oder die Entwicklungsgeschichte der Individuen weiter nichts als eine kurze und schnelle, durch die Gesetze der Vererbung und Anpassung bedingte Wiederholung der Phylogenie, d. h. der paläontologischen Entwicklungsgeschichte des ganzen organischen Stammes oder Phylum, zu welchem der betreffende Organismus gehört. Wenn Sie z. B. die individuelle Entwicklung des Menschen, des Affen oder irgendeines anderen höheren Säugetieres innerhalb des Mutterleibes vom

Ei an verfolgen, so finden Sie, daß der aus dem Ei entstehende Keim oder Embryo eine Reihe von sehr verschiedenen Formen durchläuft, welche im ganzen übereinstimmt oder wenigstens parallel ist mit der Formenreihe, welche die historische Vorfahrenkette der höheren Säugetiere uns darbietet. Zu diesen Vorfahren gehören gewisse Fische, Amphibien, Beuteltiere usw. Allein der Parallelismus oder die Übereinstimmung dieser beiden Entwicklungsreihen ist niemals ganz vollständig. Vielmehr sind in der Ontogenie immer Lücken und Sprünge, welche dem Ausfall einzelner Stadien der Phylogenie entsprechen. Wie Fritz Müller in seiner ausgezeichneten Schrift „Für Darwin" an dem Beispiel der Krustazeen oder Krebse vortrefflich erläutert hat, „wird die in der individuellen Entwicklungsgeschichte erhaltene geschichtliche Urkunde allmählich verwischt, indem die Entwicklung einen immer geraderen Weg vom Ei zum fertigen Tiere einschlägt". Diese Verwischung oder Abkürzung wird durch das Gesetz der abgekürzten Vererbung bedingt; es ist von großer Bedeutung für das Verständnis der Keimesgeschichte und erklärt die wichtige Tatsache, daß nicht alle Entwicklungsformen, welche unsere Stammeltern durchlaufen haben, in der Formenreihe unserer eigenen individuellen Entwicklung noch sichtbar sind.

Den bisher erörterten Gesetzen der erhaltenden oder konservativen Vererbung stehen gegenüber die Vererbungserscheinungen der zweiten Reihe, die ich 1866 als die Gesetze der fortschreitenden oder progressiven Vererbung unterschieden habe. Sie beruhen darauf, daß der Organismus nicht allein diejenigen Eigenschaften auf seine Nachkommen überträgt, die er bereits von den Voreltern ererbt hat, sondern auch gewisse individuelle Eigentümlichkeiten, welche er selbst erst während seines Lebens erworben hat. Die Anpassung verbindet sich hier bereits mit der Vererbung und wirkt mit ihr zusammen. Meistens ist damit ein Fortschritt der Organisation verknüpft; oft aber auch ein Rückschritt. Daher ist es vielleicht

besser, dafür die Bezeichnung der umbildenden oder transformativen Vererbung zu gebrauchen.

Die grundlegende Bedeutung, welche die Vererbung erworbener Eigenschaften für die Abstammungslehre besitzt, ist schon im Anfange des neunzehnten Jahrhunderts von Lamarck und von Darwins Großvater Erasmus klar erkannt worden. Sowohl die neuen Eigenschaften, welche im Organismus durch den Einfluß der äußeren Existenzbedingungen, als diejenigen, welche durch seine eigenen Lebenstätigkeiten (Gebrauch- oder Nichtgebrauch der Organe) entstehen, können durch Vererbung auf die Nachkommen übertragen werden, und somit die ursprüngliche Gestaltung mehr oder weniger verändern. Einige neuere Autoren haben freilich das Gewicht dieser bedeutungsvollen Erscheinung sehr gering angeschlagen, und schließlich hat sogar August Weismann sie ganz geleugnet. Er behauptet, daß „bis jetzt noch keine Tatsache vorliegt, welche wirklich bewiese, daß erworbene Eigenschaften vererbt werden können", und daß „nur solche Charaktere auf die folgende Generation übertragen werden können, welche der Anlage nach schon im Keim enthalten waren". Weismann verlangt neue und überzeugende Beweise für die Vererbung von Anpassungen; er vergißt aber dabei, daß derartige Beweise seiner eigenen, entgegengesetzten Hypothese vollständig fehlen, ja in dem gewünschten Sinne wohl überhaupt nicht zu liefern sind.

Nach meiner eigenen Überzeugung, wie nach derjenigen vieler anderer Transformisten, besitzt hingegen die direkte Vererbung von neuen Anpassungen, im Sinne von Lamarck, die größte Bedeutung, und Tausende von Beweisen dafür liefert die vergleichende Anatomie und Ontogenie, Physiologie und Pathologie. Für Tausende von speziellen Einrichtungen bleibt ohne jene Annahme die Entstehung rein unbegreiflich; so z. B. für die funktionelle und mimetische Anpassung, für die Instinkte (erbliche psychische Gewohnheiten) usw. Bezüglich der Ver-

erbung von pathologischen Veränderungen sind namentlich die gewichtigen Gründe, welche Virchow gegen Weismann geltend macht, sehr beachtenswert.

Unter den wichtigen Erscheinungen der fortschreitenden oder progressiven Vererbung können wir an die Spitze als das allgemeinste das Gesetz der abweichenden oder erworbenen Vererbung stellen. Dasselbe besagt eigentlich weiter nichts, als daß unter bestimmten Umständen der Organismus fähig ist, Eigenschaften auf seine Nachkommen zu vererben, welche er selbst erst während seines Lebens erworben hat. Zahlreiche Beispiele dafür liefern die Erfahrungen der Gärtner und Tierzüchter, aber auch der Ärzte. Die Vererbung erworbener Krankheiten, z. B. der Schwindsucht, des Alkoholismus, des Wahnsinns, beweist dies Gesetz sehr einleuchtend.

Sehr auffallend erscheint die abweichende Vererbung im Albinismus. Albinos oder Kakerlaken nennt man solche Individuen, welche sich durch Mangel der Farbstoffe oder Pigmente in der Haut auszeichnen. Solche kommen bei Menschen, Tieren und Pflanzen sehr verbreitet vor. Bei Tieren, welche eine bestimmte dunkle Farbe haben, werden nicht selten einzelne Individuen geboren, welche der Farbe gänzlich entbehren, und bei den mit Augen versehenen Tieren ist dieser Pigmentmangel auch auf die Augen ausgedehnt, so daß die gewöhnlich lebhaft oder dunkel gefärbte Regenbogenhaut, die Iris des Auges farblos ist, aber wegen der durchschimmernden Blutgefäße rot erscheint. Bei manchen Tieren, z. B. den Kaninchen, Mäusen, sind solche Albinos mit weißem Fell und roten Augen so beliebt, daß man sie in großer Menge als besondere Rasse fortpflanzt. Dies wäre nicht möglich ohne das Gesetz der abweichenden Vererbung.

Welche von einem Organismus erworbenen Abänderungen sich auf seine Nachkommen übertragen werden, welche nicht, ist von vornherein nicht zu bestimmen, und wir kennen leider die bestimmten

Bedingungen nicht, unter denen die Vererbung erfolgt. Wir wissen nur im allgemeinen, daß gewisse erworbene Eigenschaften sich viel leichter vererben als andere, z. B. als die durch Verwundung entstehenden Verstümmelungen. Diese letzteren werden in der Regel nicht erblich übertragen; sonst müßten die Deszendenten von Menschen, die ihre Arme und Beine verloren haben, auch mit dem Mangel des entsprechenden Armes oder Beines geboren werden. Ausnahmen sind aber auch hier vorhanden; man soll z. B. eine schwanzlose Hunderasse dadurch gezogen haben, daß man mehrere Generationen hindurch beiden Geschlechtern des Hundes konsequent den Schwanz abschnitt. Nach Stöckhardt kam hier in der Nähe von Jena auf einem Gute der Fall vor, daß beim unvorsichtigen Zuschlagen des Stalltores einem Zuchtstier der Schwanz an der Wurzel abgequetscht wurde, und die von diesem Stiere erzeugten Kälber wurden sämtlich schwanzlos geboren. Neuerdings sind bestätigende Beobachtungen über dieselbe Erscheinung bei Hunden, Katzen und Mäusen von fünf verschiedenen Beobachtern mitgeteilt worden. Allerdings scheinen dies seltene Ausnahmen zu sein. Es ist aber sehr wichtig, die Tatsache festzustellen, daß unter gewissen uns unbekannten Bedingungen auch gewaltsame Veränderungen bisweilen erblich übertragen werden, in gleicher Weise wie viele Krankheiten.

In sehr vielen Fällen ist die Abänderung, welche durch abweichende Vererbung übertragen und erhalten wird, angeboren, so bei dem vorher erwähnten Albinismus. Dann beruht die Abänderung auf derjenigen Form der Anpassung, welche wir die indirekte oder potentielle nennen. Ein sehr auffallendes Beispiel dafür liefert das hornlose Rindvieh von Paraguay in Südamerika. Daselbst wird eine besondere Rindviehrasse gezogen, die ganz der Hörner entbehrt. Sie stammt von einem einzigen Stiere ab, welcher im Jahre 1770 von einem gewöhnlichen gehörnten Elternpaare geboren wurde, und bei wel-

chem der Mangel der Hörner durch irgendwelche unbekannte Ursache veranlaßt worden war. Alle Nachkommen dieses Stieres, welche er mit einer gehörnten Kuh erzeugte, entbehrten der Hörner vollständig. Man fand diese Eigenschaft vorteilhaft, und indem man die ungehörnten Rinder untereinander fortpflanzte, erhielt man eine hornlose Rindviehrasse, welche gegenwärtig die gehörnten Rinder in Paraguay fast verdrängt hat. Ein ähnliches Beispiel liefern die nordamerikanischen Otterschafe. Im Jahre 1791 lebte in Massachusetts in Nordamerika ein Landwirt, Seth Wright mit Namen. In seiner wohlgebildeten Schafherde wurde einmal ein Lamm geboren, welches einen auffallend langen Leib und ganz kurze und krumme Beine hatte. Es konnte daher keine großen Sprünge machen und namentlich nicht über den Zaun in des Nachbars Garten springen, eine Eigenschaft, welche dem Besitzer wegen der Abgrenzung des dortigen Gebietes durch Hekken sehr vorteilhaft erschien. Er kam also auf den Gedanken, diese Eigenschaft auf die Nachkommen zu übertragen, und in der Tat erzeugte er durch Kreuzung dieses Schafbocks mit wohlgebildeten Mutterschafen eine ganze Reihe von Schafen, die alle die Eigenschaften des Vaters hatten, kurze und gekrümmte Beine und einen langen Leib. Sie konnten alle nicht über die Hecken springen und wurden deshalb in Massachusetts damals sehr beliebt.

Ein zweites Gesetz, welches ebenfalls unter den Begriff der progressiven oder fortschreitenden Vererbung gehört, können wir das Gesetz der befestigten oder konstituierten Vererbung nennen. Danach werden Eigenschaften, die von einem Organismus während seines individuellen Lebens erworben wurden, um so sicherer auf seine Nachkommen erblich übertragen, je längere Zeit hindurch die Ursachen jener Abänderung einwirkten; und diese Abänderung wird um so sicherer Eigentum auch aller folgenden Generationen, je längere Zeit hindurch auch auf diese die abändernde Ursache einwirkt. Die durch

Anpassung oder Abänderung neu erworbene Eigenschaft muß in der Regel erst bis zu einem gewissen Grade befestigt oder konstituiert sein, ehe mit Wahrscheinlichkeit darauf zu rechnen ist, daß sich dieselbe auch auf die Nachkommenschaft erblich überträgt. In dieser Beziehung verhält sich die Vererbung ähnlich wie die Anpassung. Je längere Zeit hindurch eine neu erworbene Eigenschaft bereits durch Vererbung übertragen ist, desto sicherer wird sie auch in den kommenden Generationen sich erhalten. Wenn also z. B. ein Gärtner durch methodische Behandlung eine neue Apfelsorte gezüchtet hat, so kann er um so sicherer darauf rechnen, die erwünschte Eigentümlichkeit dieser Sorte zu erhalten, je länger er dieselbe bereits vererbt hat. Dasselbe zeigt sich deutlich in der Vererbung von Krankheiten. Je länger bereits in einer Familie Schwindsucht oder Wahnsinn erblich ist, desto tiefer gewurzelt ist das Übel, desto wahrscheinlicher werden auch alle folgenden Generationen davon ergriffen werden.

Endlich können wir die Betrachtung der Erblichkeitserscheinungen schließen mit den beiden ungemein wichtigen Gesetzen der gleichörtlichen und der gleichzeitlichen Vererbung. Wir verstehen darunter die Tatsache, daß Veränderungen, welche von einem Organismus während seines Lebens erworben und erblich auf seine Nachkommen übertragen wurden, bei diesen an derselben Stelle des Körpers hervortreten, an welcher der elterliche Organismus zuerst von ihnen betroffen wurde, und daß sie bei den Nachkommen auch im gleichen Lebensalter erscheinen, wie bei dem ersteren.

Das Gesetz der gleichzeitlichen oder homochronen Vererbung, welches Darwin das Gesetz der „Vererbung im korrespondierenden Lebensalter" nennt, läßt sich wiederum sehr deutlich an der Vererbung von Krankheiten nachweisen, zumal von solchen, die wegen ihrer Erblichkeit sehr verderblich werden. Diese treten im kindlichen Organismus in der Regel zu einer Zeit auf, welche derjenigen entspricht, in

welcher der elterliche Organismus die Krankheit erwarb. Erbliche Erkrankungen der Lunge, der Leber, der Zähne, des Gehirns, der Haut usw. erscheinen bei den Nachkommen gewöhnlich in der gleichen Zeit oder nur wenig früher, als sie beim elterlichen Organismus eintraten oder von diesem überhaupt erworben wurden. Das Kalb bekommt seine Hörner in demselben Lebensalter wie seine Eltern. Ebenso erhält das junge Hirschkalb sein Geweih in derselben Lebenszeit, in welcher es bei seinem Vater und Großvater hervorgesproßt war. Bei jeder der verschiedenen Weinsorten reifen die Trauben zur selben Zeit, wie bei ihren Voreltern. Bekanntlich ist diese Reifezeit bei den verschiedenen Sorten sehr verschieden; da aber alle von einer einzigen Art abstammen, ist diese Verschiedenheit von den Stammeltern der einzelnen Sorten erst erworben worden und hat sich dann erblich in den Nachkommen erhalten.

Die erbliche Reihenfolge, in welcher die einzelnen Organe im Embryo nacheinander auftreten, wird aber nicht immer durch das Gesetz der homochronen Vererbung bestimmt. Vielmehr erleidet dasselbe öfter Ausnahmen. Eine solche bildet die merkwürdige Erscheinung der phylogenetischen Retorsion: besondere Stammeseigenschaften, welche erst spät durch Anpassung erworben waren, erscheinen nicht erst im entsprechenden Lebensalter, sondern werden in eine frühere Jugendstufe zurückverlegt. Dieses Gesetz der rückläufigen oder retorsiven Vererbung zeigt sich z. B. in der charakteristischen Veliger-Larve der Mollusken und der Nauplius-Larve der Crustaceen. Beide gleichen im ganzen der Trochophora-Larve der Würmer, von denen diese Tierstämme ihren Ursprung herleiten; sie unterscheiden sich aber von ihr dadurch, daß in ihre Bildung später erworbene Organe zurückverlegt worden sind (Mantel und Schale der Mollusken, gegliederte Beine der Crustaceen).

Das Gesetz der gleichörtlichen oder homotopen Vererbung, welches man auch „das Gesetz der Ver-

erbung an korrespondierender Körperstelle" nennen könnte, offenbart sich besonders in pathologischen Erblichkeitsfällen sehr deutlich. Große Muttermale z. B. oder Pigmentanhäufungen an einzelnen Hautstellen, ebenso Haarbüschel und Geschwülste der Haut erscheinen oft Generationen hindurch nicht allein in demselben Lebensalter, sondern auch an derselben Stelle der Haut. Ebenso ist übermäßige Fettentwicklung an einzelnen Körperstellen erblich. Eigentlich aber sind für dieses Gesetz, wie für das vorige, zahllose Beispiele überall in der Embryologie zu finden. Sowohl das Gesetz der gleichzeitlichen als das Gesetz der gleichörtlichen Vererbung sind Grundgesetze der Embryologie oder Ontogenie. Denn wir erklären uns durch diese Gesetze die merkwürdige Tatsache, daß die verschiedenen aufeinander folgenden Formzustände während der individuellen Entwicklung bei allen Generationen einer und derselben Art in derselben Reihenfolge auftreten, und daß die Umbildungen des Körpers immer an denselben Stellen erfolgen. Diese scheinbar selbstverständliche Erscheinung ist doch überaus merkwürdig; wir können die näheren Ursachen derselben nicht erklären, aber mit Sicherheit behaupten, daß sie auf der molekularen Konstitution und dem Gedächtnis des Plasma, und der unmittelbaren Übertragung desselben vom elterlichen auf den kindlichen Organismus beruhen.

Die verschiedenen Gesetze der erhaltenden und der fortschreitenden Vererbung, welche ich vorstehend kurz erörtert habe, wirken in der mannigfaltigsten Weise miteinander und durcheinander, und daraus ergibt sich ihre außerordentliche Bedeutung für den Transformismus, zugleich aber auch die große Schwierigkeit, theoretisch tiefer in das Wesen dieser physiologischen Vorgänge einzudringen. Zwar sind seit Darwin mehrfach verschiedene Versuche gemacht worden, zu ihrer Erklärung molekulare Hypothesen aufzustellen; aber keine dieser sogenannten „Vererbungstheorien" hat das darüber lie-

gende Dunkel befriedigend aufgehellt und sich allgemeine Anerkennung erworben.

Wenn wir schließlich noch einen Blick auf diese, neuerdings viel besprochenen Vererbungstheorien werfen, so müssen wir vor allem im Sinne behalten, daß dieselben sämtlich nur den Wert von provisorischen Molekularhypothesen besitzen; sie lassen sich weder morphologisch durch mikroskopische oder anatomische Beobachtung begründen, noch physiologisch durch physikalische und chemische Versuche. Das Plasma oder die eiweißartige Materie der Zellen, welche allein die Vererbung vermittelt (— sowohl das Karyoplasma des Zellkerns, als das Zytoplasma des Zellenleibes —) besitzt jedenfalls eine äußerst verwickelte feinere Molekularstruktur; d. h. die kleineren und kleinsten Teilchen, welche das Plasma zusammensetzen, sind nach höchst komplizierten Gesetzen gruppenweise geordnet. Aber leider sind unsere mikroskopischen Hilfsmittel viel zu schwach, um uns in diese Anordnung irgendeinen Einblick zu gestatten; und ebensowenig ist bisher die Physik und Chemie imstande gewesen, eine befriedigende physiologische Vorstellung von der molekularen Zusammensetzung und Umbildung des Plasma zu gewinnen. Alle Ansichten, welche darüber aufgestellt und in den folgenden Vererbungstheorien erörtert sind, beruhen auf reiner Mutmaßung und sind — streng genommen — metaphysische Spekulationen. Wir betrachten sie nach der Reihenfolge ihres Erscheinens: die Pangenesistheorie (Darwin, 1868), die Perigenesistheorie (Haeckel, 1876), die Idioplasmatheorie (Naegeli, 1884), die Keimplasmatheorie (Weismann, 1885), die Theorie der intrazellularen Pangenesis (Vries, 1889), die Mnemetheorie (Richard Semon, 1904).

I. Die Pangenesistheorie wurde 1868 von Darwin in seinem inhaltreichen Werke über „das Variieren der Tiere und Pflanzen im Zustande der Domestikation" aufgestellt und 1875 in der zweiten Auflage desselben (im 27. Kapitel) weiter ausgeführt. Dar-

win nimmt an, daß alle Zellen des Organismus (als Lebenseinheiten) sich nicht allein durch Teilung vermehren und differenzieren, sondern auch kleinste Körnchen abgeben, welche sich in allen Teilen des Körpers zerstreuen; diese unermeßlich kleinen Körnchen nennt er Keimchen oder Gemmulae; sie sammeln sich in den Geschlechtselementen und setzen in der nächsten Generation das neue Wesen zusammen; aber sie können auch in schlummerndem Zustande an künftige Generationen überliefert und dann erst entwickelt werden. Auch kann jede Zelle während ihrer ganzen Entwicklungsdauer Körnchen abgeben; und diese Körnchen besitzen in schlummerndem Zustande eine gegenseitige Verwandtschaft, welche zu ihrer Anhäufung in den Geschlechtselementen führt.

Diese „provisorische Hypothese" der Pangenesis, wie sie Darwin selbst vorsichtig bezeichnet, scheint mir unter den zahlreichen weittragenden Theorien des großen Meisters die schwächste und haltloseste zu sein. Ich habe sie von Anfang an für verfehlt gehalten, und in der sogleich zu erwähnenden Schrift über Perigenesis ausführlich die Gründe entwickelt, welche mir ihre Annahme unmöglich machen. Sie scheint mir unvereinbar mit den fundamentalsten Tatsachen der Histologie und Ontogenie; sowohl der Aufbau der Gewebe aus den Zellen, als die Entstehung der differenzierten Zellen aus den Keimblättern, und deren Entwicklung aus der befruchteten Eizelle, scheinen mir in unlösbarem Widerspruch mit der Pangenesishypothese zu stehen; konsequent ausgeführt, leitet dieselbe zu der Präformationstheorie von Haller u.a. Dasselbe gilt auch von der Modifikation, welche W.K.Brooks derselben 1883 in seinem Werke über das Vererbungsgesetz gegeben hat. Seine Pangenesis unterscheidet sich von derjenigen Darwins wesentlich nur durch eine Annahme; die Zellen sollen die Keimchen oder Gemmulae nicht beständig abwerfen, sondern nur dann, wenn sie unter neue ungewohnte Bedingungen ge-

raten. Auch soll die männliche Samenzelle viel mehr mit Gemmulae angefüllt sein, als die weibliche Eizelle; daher soll jene mehr das progressive, diese das konservative Element bei der Fortpflanzung und Vererbung darstellen.

II. Die Perigenisistheorie wurde von mir 1876 in einer Abhandlung „über die Wellenzeugung der Lebensteilchen, oder die Perigenesis der Plastidule" begründet und als ein „provisorischer Versuch zur mechanischen Erklärung der elementaren Entwicklungsvorgänge" und besonders der Vererbung bezeichnet. Die Perigenesishypothese sucht das Wesen der Vererbung durch ein einfaches mechanisches Prinzip zu erklären, nämlich durch das bekannte Prinzip der übertragenen Bewegung. Ich nehme an, daß bei jedem Fortpflanzungsvorgang nicht allein die besondere chemische Zusammensetzung des Plasson oder Plasma vom Zeugenden auf das Erzeugte übertragen wird, sondern auch die besondere Form der Molekularbewegung, welche mit seiner physikalisch-chemischen Natur verknüpft ist. In Übereinstimmung mit den Grundsätzen der heutigen Histologie und Histogenie nehme ich an, daß nur jenes Plasma (entweder das Karyoplasma des Zellkerns, oder das Zytoplasma des Zellenleibes) der ursprüngliche Träger aller aktiven Lebenstätigkeit, also auch der Vererbung und Fortpflanzung ist. Dieses Plasma oder Plasson ist bei allen Plastiden (sowohl den kernlosen Zytoden als den echten kernhaltigen Zellen) aus Plastidulen oder Plasmamolekülen zusammengesetzt; und diese sind „wahrscheinlich stets von Wasserhüllen umgeben; die größere oder geringere Dicke dieser Wasserhüllen, welche zugleich die benachbarten Plastidule scheiden und verbinden, bedingt den weicheren oder festeren Zustand des gequollenen Plasson". „Die Vererbung ist Übertragung der Plastidulbewegung, die Anpassung hingegen Abänderung derselben." Man kann sich diese Bewegung im großen und ganzen unter dem Bilde einer verzweigten Wellenbewegung vorstellen. Bei allen Pro-

tisten oder einzelligen Organismen (Protophyten und Protozoen) verläuft diese periodische Massenbewegung in verhältnismäßig einfacher Form, während sie sich bei allen Histonen oder vielzelligen Lebewesen (Metaphyten und Metazoen) mit einer Wechselzeugung der Plastiden und einer Arbeitsteilung der Plastidule verbindet; diese hatte ich schon 1866 im 17. Kapitel der Generellen Morphologie als Generationsfolge oder Strophogenesis erläutert (Bd. II, S. 104).

Die monistische Philosophie wird die Perigenesishypothese um so eher als Grundlage einer mechanischen Vererbungstheorie annehmen dürfen, als ich zugleich die Plastidule als beseelte Moleküle (ähnlich den „Monaden" von Leibniz) betrachte und annehme, daß die Bewegungen derselben (Anziehung und Abstoßung) ebenso mit Empfindungen (Lust und Unlust) verknüpft sind, wie die Bewegungen der Atome, aus welchen sie zusammengesetzt sind. Ohne die Annahme einer derartigen niederen (unbewußten) Empfindung und Willensbewegung in aller Materie bleiben mir die einfachsten chemischen und physikalischen Prozesse unverständlich; beruht doch auf ihrer Annahme die ganze Vorstellung von der Wahlverwandtschaft oder der chemischen Affinität. Die Plastidule unterscheiden sich aber von allen anderen Molekülen durch die Fähigkeit der Reproduktion oder des Gedächtnisses. Wie schon 1870 der Physiologe Ewald Hering in seiner ausgezeichneten Abhandlung „über das Gedächtnis als eine allgemeine Funktion der organisierten Materie" gezeigt hat, bleiben uns ohne die Annahme eines solchen (unbewußten) Gedächtnisses die wichtigsten Lebenserscheinungen, und vor allem diejenigen der Fortpflanzung und Vererbung ganz unerklärlich. Mit Bezug darauf kann man auch „die Erblichkeit als das Gedächtnis der Plastidule und die Variabilität als die Fassungskraft der Plastidule" bezeichnen.

III. Die Idioplasmatheorie ist 1884 von Carl Naegeli in seinem umfangreichen Werke: „Mechanisch-

physiologische Theorie der Abstammungslehre" aufgestellt worden. Dieser ausgezeichnete Botaniker betrachtet als wesentlichen Faktor der Vererbung und als Träger der erblichen Anlagen das Idioplasma, d. h. nur jenen Teil des Plasma oder Plasson, welcher als Keim alle erblichen Anlagen überträgt, im Gegensatze zum bloßen Ernährungsplasma. Die kleinsten Teile desselben, welche durch ihre eigentümliche Zusammenordnung die Beschaffenheit des Idioplasma bestimmen, nennt Naegeli Micellen; sie entsprechen im wesentlichen meinen Plastidulen und werden auch als umgeben von Wasserhüllen gedacht. Die spezifische Natur des Idioplasma, welches meinem Plasson analog ist, soll nun „in der Konfiguration des Querschnitts von Strängen paralleler Micellreihen bestehen". Die Idioplasmastränge sind durch den ganzen Organismus in Gestalt eines großen zusammenhängenden (unsichtbaren) Netzwerkes ausgespannt. Dieses verändert sich von Generation zu Generation aus inneren Ursachen, während es dem Einflusse der äußeren Existenzbedingungen gar nicht oder nur in sehr geringem Maße unterworfen ist. Daher haben auch äußere Ursachen (insbesondere Veränderungen des Klimas, der Nahrung, der Umgebung usw.) keinen oder nur sehr unbedeutenden Einfluß auf die Umbildung der Arten. Vielmehr wird diese durch ein inneres eigentümliches Vervollkommnungsprinzip geleitet. Dieses bewirkt die Umformung der kleineren oder größeren Formengruppen in einer bestimmten fortschreitenden Richtung, dabei übt die Selektion nur eine ganz geringe oder gar keine Wirkung aus.

Wie man sieht, führt Naegeli zur Erklärung der Vererbung und der organischen Entwicklung ein rein teleologisches Prinzip in die Biologie wieder ein. Sein „inneres Vervollkommnungsprinzip", das die ganze Entwicklung bedingt, ist nichts anderes als die alte Lebenskraft in neuer Form, ein y statt eines x; und diese unbekannte Größe wird uns dadurch nicht begreiflicher, daß sie Naegeli als eine

immanente Eigenschaft seines Idioplasma hinstellt. Schwer begreiflich ist, wie ein so scharfsinniger Naturforscher (— der sich selbst für einen streng exakten Physiologen hält —) sich über das wahre Wesen seiner naturphilosophischen Molekularhypothese so vollkommen täuschen konnte. Er verwirft sowohl die Pangenesis Darwins als meine Perigenesis vollständig, und erklärt sie für „Produkte der Naturphilosophie, und als solche so gut wie jedes andere aus der gleichen Quelle erflossene Produkt". Er merkt dabei nicht, daß von seiner eigenen Hypothese ganz dasselbe gilt, und daß man von ihr mit denselben Worten sagen könnte: „Ihr Fehler ist wie bei jeder naturphilosophischen Lehre der, daß sie ihre Ahnungen als Tatsachen ausgibt und für dieselben unpassende naturwissenschaftliche Bezeichnungen braucht und in unberechtigter Weise naturwissenschaftliche Bedeutung in Anspruch nimmt" (a. a. O. S. 81). Ganz dasselbe gilt auch von dem metaphysischen letzten Abschnitt seines Werkes: „Kräfte und Gestaltungen im molekularen Gebiet", und insbesondere von seiner Hypothese der Isagität (S. 807). Kein exakter Physiker erkennt in denselben etwas anderes als phantasiereiche metaphysische Spekulationen. Abgesehen von seiner ganz unbewiesenen Vererbungstheorie und vielen davon ausgehenden Irrtümern, enthält übrigens Naegelis Werk eine Anzahl von sehr wertvollen Beiträgen zur Theorie der Abstammungslehre, leider nur nicht ihre „mechanisch-physiologische Begründung". Vortrefflich sind insbesondere die Kapitel über phylogenetische Entwicklungsgeschichte und Generationswechsel (VII, VIII), über Morphologie und Systematik als phylogenetische Wissenschaften (IX), und Urzeugung (II). Viele darin enthaltenen Ausführungen decken sich mit denjenigen, welche ich zuerst 1866 in meiner Generellen Morphologie entwickelt hatte.

IV. Die Keimplasmatheorie wurde 1885 von August Weismann begründet, in einer Abhandlung über „die

Kontinuität des Keimplasma als Grundlage einer Theorie der Vererbung". Diese Theorie stimmt mit den beiden vorhergehenden in der Annahme überein, daß die unmittelbare Ursache der individuellen Entwicklung und die materielle Grundlage der Vererbung in den Molekülen der plasmatischen Keimsubstanz zu suchen ist, entweder im Kerne oder im Protoplasma der Fortpflanzungszellen. Während aber meine Perigenesishypothese das mechanische Prinzip der übertragenen Bewegung auf die Plasmamoleküle oder Plastidule anwendet und deren Richtung durch Anpassung abändern läßt; während ferner Naegeli eine innere unbekannte Vervollkommnungstendenz (als rein teleologisches Prinzip) in seine Idioplasmamoleküle oder Micelle hineinlegt und diese sich zu netzförmigen Strängen verbinden läßt, erblickt Weismann die eigentliche Ursache der Vererbung in der Kontinuität des Keimplasma, und diejenige der Abänderung in der Mischung der beiden verschiedenen Keimplasmen bei der geschlechtlichen Zeugung. Er nimmt an, daß im Organismus zwei vollkommen getrennte Plasmaarten nebeneinander existieren, das Keimplasma als Zeugungsstoff und das somatische Plasma als die Substanz, aus der sich alle Gewebe des Körpers entwickeln (— schon früher von Rauber als Germinalteil und Personalteil des Individuums unterschieden—). Weismann behauptet ferner, daß bei jeder Fortpflanzung ein Teil des elterlichen Keimplasma nicht zum Aufbau des kindlichen Organismus verwendet wird, sondern unverändert zurückbleibt und für die Bildung der Keimzellen der folgenden Generation verbraucht wird. Auf dieser ununterbrochenen Kontinuität des Keimplasma, durch die ganze Reihe der Generationen, beruht die Vererbung; hingegen die Anpassung oder Variation auf der individuellen Verschiedenheit der beiden Keimplasmaarten (des weiblichen Eiplasma und männlichen Spermplasma), welche beim sexuellen Zeugungsprozeß vermischt werden. Als eine wichtige Konsequenz seiner Theorie betrachtet Weismann die An-

nahme, daß erworbene Eigenschaften nicht vererbt werden können. Er verwirft also das wesentlichste Prinzip der älteren Lamarckschen Deszendenztheorie, während er dem Darwinschen Selektionsprinzip die weiteste Wirksamkeit zugesteht.

Die vielen morphologischen und physiologischen Gründe, welche gegen die Keimplasmalehre von Weismann sprechen, sind von Virchow, Kölliker, Detmer, Eimer, Herbert Spencer, Semon, Plate u. a. ausführlich dargelegt worden. Indem ich mich ihnen anschließe, möchte ich noch besonders hervorheben, daß die permanente Trennung der beiden Plasmaarten in den Keimzellen nicht nur nicht durch mikroskopische Untersuchung bewiesen wird, sondern durch die Tatsachen der Eifurchung und Gastrulation höchst unwahrscheinlich gemacht wird. Außerdem wird dadurch Weismann genötigt, innere unbekannte Ursachen für die Entwicklung seines Keimplasma anzunehmen, welche ebenso metaphysisch und teleologisch sind wie das innere Vervollkommnungsprinzip im Idioplasma von Naegeli; nur der Name der unbekannten Ursache ist verschieden. Indem schließlich Weismann nur die Erblichkeit der indirekten oder potentiellen Variation anerkennt, die Vererbung der direkten oder aktuellen Anpassung hingegen ganz verwirft, verzichtet er nach meiner Überzeugung auf eine mechanische Erklärung der wichtigsten Transformationserscheinungen.

V. Die Theorie der intrazellularen Pangenesis (1889) ist gründlich von dem Botaniker Hugo de Vries erörtert worden, in unmittelbarem Anschluß an Darwins Hypothese, aber mit dem wesentlichen Unterschiede, daß der von ihm angenommene Keimchentransport durch den Körper wegfällt. Vries nimmt einen solchen Transport nur innerhalb jeder einzelnen Zelle an; er gibt eine genauere Definition der Keimchen oder Gemmulae (welche er Pangene nennt) und nimmt an, daß jede einzelne erbliche Anlage an einen solchen stofflichen Träger, an ein unsichtbares Pangen gebunden ist. Das ganze leben-

dige Protoplasma ist nur aus Pangenen zusammengesetzt, und im Zellenkerne sind alle Arten von Pangenen des betreffenden Individuums vertreten.

Die lesenswerte Abhandlung von Vries ist vortrefflich geschrieben und enthält viele lehrreiche Gedanken über Vererbung. Allein eine wirkliche Erklärung derselben oder auch nur eine faßbare Vorstellung ihres Molekularprozesses gibt sie ebensowenig als eine der vier vorhergehenden Hypothesen. Die „einzelnen erblichen Anlagen" führen wieder zur Präformationstheorie zurück. Auch bietet der Bau und die Entwicklung der tierischen Gewebe ihrer Annahme unüberwindliche Schwierigkeiten, welche dem Botaniker Vries bei Betrachtung der viel einfacheren und relativ selbständigen Pflanzenzelle nicht aufstießen.

VI. Die Mnemetheorie von Richard Semon (1904) ist der bedeutendste von allen bisherigen Versuchen, die Vererbung physiologisch zu erklären. Er gründet sich (ebenso wie meine Perigenesis) auf den genialen Gedanken von Ewald Hering, daß „das Gedächtnis eine allgemeine Funktion der organisierten Materie ist". Indem Semon auf Grund umfassender Vergleichungen und physiologischer Versuche zeigt, daß zwischen dem bewußten Gedächtnis des Gehirns und dem unbewußten Gedächtnis des Plasma nicht nur eine „entfernte Analogie", sondern die wesentliche Identität der Reproduktion besteht, begründet er einleuchtend „die Mneme als erhaltendes Prinzip im Wechsel des organischen Geschehens". Zugleich widerlegt er gründlich die „Keimplasmatheorie" von Weismann. Ich teilte die Ansicht des ausgezeichneten Psychologen August Forel, daß die Mnemetheorie von Semon auf das ganze geheimnisvolle Gebiet der Vererbung ein helleres Licht wirft, als alle anderen bisherigen Erklärungsversuche.

Außer den angeführten sechs Vererbungstheorien sind neuerdings auch noch von anderen Naturforschern Versuche zu einer Erklärung dieser wunderbaren Erscheinungen gemacht worden. Diese stellen

aber entweder nur untergeordnete Modifikationen von einer jener sechs Hypothesen dar, oder sie entfernen sich so sehr von den bekannten Grundlagen unserer empirischen Kenntnisse, daß wir sie nicht hervorzuheben brauchen. Die Frage, ob bei der Fortpflanzung bloß der Kern der Zellen (Karyoplasma) oder auch ihr Cytoplasma Träger der erblichen Eigenschaften ist, wird jetzt meistens zugunsten des ersteren bejaht. Ich hatte schon 1866 in meiner Generellen Morphologie (Bd. I, S. 288) behauptet, „daß der innere Kern die Vererbung der erblichen Charaktere, das äußere Plasma dagegen die Anpassung an die Verhältnisse der Außenwelt zu besorgen hat". Neuerdings sind namentlich durch die ausgezeichneten Untersuchungen der Gebrüder Hertwig, E. Strasburgers und anderer sehr überzeugende Wahrscheinlichkeitsgründe für diese Ansicht geliefert worden.

Unsere Kenntnis von der Vererbung und Fortpflanzung ist durch diese und zahlreiche andere Untersuchungen in den letzten drei Dezennien außerordentlich gefördert worden. Freilich erklärt uns keine von den sechs angeführten Molekularhypothesen das Rätsel dieser wunderbaren Vorgänge vollständig; eher haben sie dazu gedient, uns die außerordentliche Verwicklung der hier stattfindenden unsichtbaren Prozesse und unsere Unfähigkeit sie zu begreifen, uns zum klaren Bewußtsein zu bringen. Aber trotzdem haben wir dadurch die früheren mystischen Vorstellungen über ihre Natur abgestreift und allgemein die Überzeugung gewonnen, daß es sich dabei um physiologische Funktionen handelt, um Lebenstätigkeiten der Zellen, welche gleich allen andern Lebenserscheinungen auf chemisch-physikalische Prozesse zurückführen, mithin mechanisch zu erklären sind. Sie alle bleiben, gleich sämtlichen Prozessen in der anorganischen Natur, dem allumfassenden Substanzgesetze unterworfen, dem großen Gesetze von der „Erhaltung der Materie und der Energie".

ZEHNTER VORTRAG

Anpassung und Ernährung. Anpassungsgesetze.

Nachdem wir in den beiden letzten Vorträgen die wichtigsten Gesetze und Theorien der Vererbung erörtert haben, wenden wir uns nunmehr zu der zweiten großen Reihe von Erscheinungen, welche bei der natürlichen Züchtung in Betracht kommen, nämlich zu denen der Anpassung oder Abänderung. Diese Erscheinungen stehen, im großen und ganzen betrachtet, in einem gewissen Gegensatze zu den Vererbungserscheinungen, und die Schwierigkeit, welche die Betrachtung beider darbietet, besteht zunächst darin, daß beide sich auf das vollständigste durchkreuzen und verweben. Daher sind wir nur selten imstande, bei den Formveränderungen, die unter unseren Augen geschehen, mit Sicherheit zu sagen, wieviel davon auf die Vererbung, wieviel auf die Abänderung zu beziehen ist. Alle Formcharaktere, durch welche sich die Organismen unterscheiden, sind entweder durch die Vererbung oder durch die Anpassung verursacht; da aber beide Funktionen beständig in Wechselwirkung zueinander stehen, ist es für den Systematiker außerordentlich schwer, den Anteil jeder der beiden Funktionen an der speziellen Bildung der einzelnen Formen zu erkennen. Dies ist gegenwärtig um so schwieriger, als man sich noch kaum der ungeheuren Bedeutung dieser Tatsache bewußt geworden ist, und als die meisten Naturforscher die Theorie der Anpassung ebenso wie der Vererbung vernachlässigt haben. Die vorher aufge-

stellten Vererbungsgesetze wie die sogleich anzuführenden Gesetze der Anpassung bilden wahrscheinlich nur einen Bruchteil der vorhandenen, meist noch nicht untersuchten Erscheinungen dieses Gebietes; und da jedes dieser Gesetze mit jedem anderen in Wechselbeziehung treten kann, so geht daraus die unendliche Verwicklung von physiologischen Tätigkeiten hervor, die bei der Formbildung der Organismen in der Tat wirksam sind.

Was nun die Erscheinung der Abänderung oder Anpassung im allgemeinen betrifft, so müssen wir dieselbe, ebenso wie die Tatsache der Vererbung, als eine ganz allgemeine physiologische Grundeigenschaft aller Organismen ohne Ausnahme hinstellen, als eine Lebensäußerung, welche von dem Begriffe des Organismus gar nicht zu trennen ist. Streng genommen, müssen wir auch hier, wie bei der Vererbung, zwischen der Anpassung selbst und der Anpassungsfähigkeit unterscheiden. Unter Anpassung (Adaptatio) oder Abänderung (Variatio) verstehen wir die Tatsache, daß der Organismus infolge von Einwirkungen der umgebenden Außenwelt gewisse neue Eigentümlichkeiten in seiner Lebenstätigkeit, Mischung und Form annimmt, welche er nicht von seinen Eltern geerbt hat; diese erworbenen individuellen Eigenschaften stehen den ererbten gegenüber, welche seine Eltern und Voreltern auf ihn übertragen haben. Dagegen nennen wir Anpassungsfähigkeit (Adaptabilitas) oder Veränderlichkeit (Variabilitas) die physiologische, allen Organismen innewohnende Fähigkeit, derartige neue Eigenschaften unter dem Einflusse der Außenwelt zu erwerben.

Die unleugbare Tatsache der organischen Anpassung oder Abänderung ist allbekannt und an tausend uns umgebenden Erscheinungen jeden Augenblick wahrzunehmen. Allein gerade deshalb, weil die Erscheinungen der Abänderung durch äußere Einflüsse selbstverständlich erscheinen, hat man dieselben bisher noch fast gar nicht einer genaueren wissenschaftlichen Untersuchung unterzogen. Es gehören dahin

alle Erscheinungen, welche wir als die Folgen der Angewöhnung und Abgewöhnung, der Übung und Nichtübung betrachten oder als Folgen der Dressur, der Erziehung, der Akklimatisation, der Gymnastik usw. Auch viele bleibende Veränderungen durch krankmachende Ursachen, viele Krankheiten sind weiter nichts als gefährliche Anpassungen des Organismus an verderbliche Lebensbedingungen. Bei den Kulturpflanzen und Haustieren tritt die Erscheinung der Abänderung so auffallend und mächtig hervor, daß eben darauf der Tierzüchter und Gärtner seine ganze Tätigkeit gründet, oder vielmehr auf die Wechselbeziehung, in welche er diese Erscheinungen mit denen der Vererbung setzt. Ebenso ist von den Pflanzen und Tieren im wilden Zustand allbekannt, daß sie abändern oder variieren. Jede systematische Bearbeitung einer Tier- oder Pflanzengruppe müßte, wenn sie ganz vollständig und erschöpfend sein wollte, bei jeder einzelnen Art eine Menge von Abänderungen anführen, welche mehr oder weniger von der herrschenden oder typischen Hauptform der Spezies abweichen. In der Tat finden Sie in jedem genauer gearbeiteten systematischen Spezialwerk bei den meisten Arten eine Anzahl von solchen Variationen und Umbildungen angeführt, welche bald als individuelle Abweichungen, bald als sogenannte Spielarten, Rassen, Varietäten, Abarten und Unterarten bezeichnet werden. Oft entfernen sich dieselben außerordentlich weit von der Stammart, und doch sind sie meistens nur durch die Anpassung des Organismus an die äußeren Lebensbedingungen entstanden.

Wenn wir nun zunächst die allgemeinen Ursachen dieser Anpassungserscheinungen zu begründen suchen, so kommen wir zu dem Resultate, daß dieselben in Wirklichkeit so einfach sind als die Ursachen der Erblichkeitserscheinungen. Wie wir für die Vererbungstatsachen die Fortpflanzung als allgemeine Grundursache nachwiesen, die Übertragung der elterlichen Materie auf den kindlichen Körper, so können

wir für die Tatsachen der Anpassung oder Abänderung die physiologische Tätigkeit der Ernährung oder des Stoffwechsels als die allgemeine Grundursache hinstellen. Wenn ich hier die „Ernährung" als bewirkende Ursache der Abänderung und Anpassung anführe, so nehme ich dieses Wort im weitesten Sinne und verstehe darunter die gesamten trophischen Veränderungen, welche der Organismus in allen seinen Teilen durch die Einflüsse der ihn umgebenden Außenwelt erleidet. Es gehört also zur Ernährung nicht allein die Aufnahme der wirklich nährenden Stoffe und der Einfluß der verschiedenartigen Nahrung; sondern auch z. B. die Einwirkung, welche das Wasser und die Atmosphäre, das Sonnenlicht und die Temperatur auf die chemisch-physikalische Beschaffenheit des Körpers ausüben; kurz der Einfluß aller derjenigen meteorologischen Erscheinungen, welche man unter dem Begriff „Klima" zusammenfaßt. Auch der mittelbare und unmittelbare Einfluß der Bodenbeschaffenheit und des Wohnorts gehört hierher, ferner der äußerst wichtige und vielseitige Einfluß, welchen die umgebenden Organismen, die Freunde und Nachbarn, die Feinde und Räuber, die Schmarotzer oder Parasiten usw. auf jedes Tier und auf jede Pflanze ausüben. Alle diese und noch viele andere höchst wichtige Einwirkungen, welche alle die Gewebe des Organismus mehr oder weniger in ihrer materiellen Zusammensetzung verändern, müssen hier beim Stoffwechsel in Betracht gezogen werden. Demgemäß wird die Anpassung die Folge aller jener materiellen Veränderungen sein, welche die äußeren Existenzbedingungen in der Ernährung der Elementarteile, die Einflüsse der umgebenden Außenwelt im Stoffwechsel und im Wachstum des Organismus hervorbringen.

Wie sehr jeder Organismus von seiner gesamten äußeren Umgebung abhängt und durch deren Wechsel verändert wird, ist Ihnen allen im allgemeinen bekannt. Denken Sie bloß daran, wie die menschliche Tatkraft von der Temperatur der Luft ab-

hängig ist, oder die Gemütsstimmung von der Farbe des Himmels. Je nachdem der Himmel wolkenlos und sonnig ist oder mit trüben, schweren Wolken bedeckt, ist unsere Stimmung heiter oder trübe. Wie anders empfinden und denken wir im Walde während einer stürmischen Winternacht und während eines heiteren Sommertages! Alle diese verschiedenen Stimmungen unserer Seele beruhen auf rein materiellen Veränderungen unseres Gehirns, auf molekularen Plasmabewegungen, welche mittels der Sinne durch die verschiedene Einwirkung des Lichtes, der Wärme, der Feuchtigkeit usw. hervorgebracht werden. „Wir sind ein Spiel von jedem Druck der Luft!"

Nicht minder wichtig und tiefgreifend sind die Einwirkungen, welche unser Geist und unser Körper durch die verschiedene Qualität und Quantität der Nahrungsmittel im engeren Sinne erfährt. Unsere Geistesarbeit, die Tätigkeit unseres Verstandes und unserer Phantasie ist gänzlich verschieden, je nachdem wir vor und während derselben Tee und Kaffee oder Wein und Bier genossen haben. Unsere Stimmungen, Wünsche und Gefühle sind ganz anders, wenn wir hungern und wenn wir gesättigt sind. Der Nationalcharakter der Engländer und der Gauchos in Südamerika, welche vorzugsweise von Fleisch, von stickstoffreicher Nahrung leben, ist gänzlich verschieden von demjenigen der kartoffelessenden Irländer und der reisessenden Chinesen, welche vorwiegend stickstofflose Nahrung genießen. Auch lagern die letzteren viel mehr Fett ab, als die ersteren. Hier wie überall gehen die Veränderungen des Geistes mit entsprechenden Umbildungen des Körpers Hand in Hand, beide sind durch rein materielle Ursachen bedingt. Ganz ebenso wie der Mensch werden aber auch alle anderen Organismen durch die verschiedenen Einflüsse der Ernährung abgeändert und umgebildet. Wir können z. B. willkürlich die Form, Größe, Farbe usw. unserer Kulturpflanzen abändern, indem wir sie einem verschiedenen Grade

von Sonnenlicht und Feuchtigkeit aussetzen. Da diese Erscheinungen ganz allgemein verbreitet und bekannt sind, gehen wir sogleich zur Betrachtung der verschiedenen Variations- und Anpassungsgesetze über.

Gleichwie die verschiedenen Vererbungsgesetze sich naturgemäß in die beiden Reihen der konservativen und der progressiven Vererbung sondern lassen, so kann man unter den Anpassungsgesetzen ebenfalls zwei verschiedene Reihen unterscheiden, nämlich erstens die Reihe der indirekten oder mittelbaren, und zweitens die Reihe der direkten oder unmittelbaren Anpassungsgesetze. Letztere kann man auch als aktuelle, erstere als potentielle Anpassungsgesetze bezeichnen.

Die erste Reihe, die Erscheinungen der unmittelbaren oder indirekten (potentiellen) Anpassung, war früher im ganzen sehr wenig berücksichtigt worden; es bleibt das Verdienst Darwins, auf diese Reihe von Veränderungen ganz besonders hingewiesen zu haben. In neuerer Zeit haben namentlich August Weismann und Hugo de Vries dieselben sehr eingehend untersucht, und ihnen zuletzt als einzig erblichen Abartungen eine so ausschließliche Geltung zugeschrieben, daß sie die Vererbung von direkten Anpassungen überhaupt leugnen. Ganz allgemein ausgedrückt besteht die indirekte oder potentielle Anpassung in der Tatsache, daß gewisse chemische, durch veränderte Ernährung hervorgerufene Veränderungen des Organismus nicht seine eigene individuelle Formbeschaffenheit abändern, sondern nur diejenige seiner Nachkommen. So wird namentlich bei den Organismen, welche sich auf geschlechtlichem Wege fortpflanzen, das Reproduktionssystem oder der Geschlechtsapparat oft durch äußere Wirkungen unmerklich dergestalt beeinflußt, daß ihre Nachkommenschaft eine ganz veränderte Bildung zeigt. Sehr auffällig kann man das an den künstlich erzeugten Monstrositäten sehen. Man kann Monstrositäten oder Mißgeburten dadurch erzeugen, daß

man den elterlichen Organismus einer bestimmten, außerordentlichen Lebensbedingung unterwirft. Diese ungewohnte Lebensbedingung erzeugt aber nicht eine Veränderung des Organismus selbst, sondern eine Veränderung seiner Nachkommen. Man kann das nicht als Vererbung bezeichnen, weil ja nicht eine im elterlichen Organismus vorhandene Eigenschaft als solche erblich auf die Nachkommen übertragen wird. Vielmehr tritt eine Abänderung, welche den elterlichen Organismus betraf, aber nicht wahrnehmbar affizierte, erst in der eigentümlichen Bildung seiner Nachkommen wirksam zutage. Bloß der Anstoß zu dieser neuen Bildung wird durch das Ei der Mutter oder durch den Samenfaden des Vaters bei der Fortpflanzung übertragen. Die Neubildung ist im elterlichen Organismus bloß der Möglichkeit nach (potentia) vorhanden; im kindlichen wird sie zur Wirklichkeit (actu).

Indem man diese sehr wichtige und sehr allgemeine Erscheinung bisher ganz vernachlässigt hatte, war man geneigt, alle wahrnehmbaren Abänderungen und Umbildungen der organischen Formen als Anpassungserscheinungen der zweiten Reihe zu betrachten, derjenigen der unmittelbaren oder direkten (aktuellen) Anpassung. Das Wesen dieser Anpassungsgesetze liegt darin, daß die den Organismus betreffende Veränderung (in der Ernährung usw.) bereits in dessen eigener Umbildung und nicht erst in derjenigen seiner Nachkommen sichtbar wird. Hierher gehören alle die bekannten Erscheinungen, bei denen der umgestaltende Einfluß des Klimas, der Nahrung, der Erziehung, Dressur, Gewöhnung usw. unmittelbar an den betroffenen Individuen selbst sich offenbart.

Wie die beiden Erscheinungsreihen der konservativen und der progressiven Vererbung trotz ihres prinzipiellen Unterschiedes vielfach ineinander greifen und sich gegenseitig modifizieren, vielfach zusammenwirken und sich durchkreuzen, so gilt das in noch höherem Maße von den beiden entgegen-

gesetzten und doch innig zusammenhängenden Erscheinungsreihen der indirekten und der direkten Anpassung. Einige Naturforscher, namentlich Darwin, Carl Vogt und Weismann, schreiben den indirekten oder potentiellen Anpassungen eine viel bedeutendere oder selbst eine fast ausschließliche Wirksamkeit zu. Die Mehrzahl der Naturforscher aber war bisher geneigt, umgekehrt das Hauptgewicht auf die Wirkung der direkten oder aktuellen Anpassungen zu legen, oder auch diese allein gelten zu lassen, im Anschlusse an die Lehren von Lamarck. Eigentlich ist dieser Streit vorläufig ziemlich unnütz. Nur selten sind wir in der Lage, im einzelnen Abänderungsfalle beurteilen zu können, wieviel davon auf Rechnung der direkten, wieviel auf Rechnung der indirekten Anpassung kommt. Die Physiologie der Ernährung wird die wichtige Aufgabe zu lösen haben, die verschiedenen Wirkungen dieser Abänderungen näher (— womöglich experimentell —) zu untersuchen, und auf ihre elementaren Ursachen, auf die physikalisch-chemischen Vorgänge im Stoffwechsel und im Wachstum der Organe zurückzuführen.

Lassen Sie uns nun etwas näher die verschiedenen Erscheinungsformen der Variation betrachten, welche man vorläufig als „Gesetze der Anpassung" unterscheiden kann. Zunächst wenden wir uns zu den Abänderungen der ersten Reihe, der indirekten oder potentiellen Anpassung. Wenn diese merkwürdigen Erscheinungen auch noch sehr dunkel in ihrem Wesen und sehr wenig erforscht in ihren elementaren Ursachen sind, so steht doch allgemein und unzweifelhaft die Tatsache fest, daß alle organischen Individuen Umbildungen erleiden und neue Formen annehmen können infolge von Ernährungsveränderungen, welche nicht sie selbst, sondern ihren elterlichen Organismus betrafen. Der umgestaltende Einfluß der äußeren Existenzbedingungen, des Klimas, der Nahrung usw. äußert hier seine Wirkung nicht direkt, in der Umbildung des Organismus selbst, sondern indirekt, in derjenigen seiner Nachkommen.

Als das oberste und allgemeinste von den Gesetzen der indirekten Abänderung können wir das Gesetz der individuellen Anpassung hinstellen, nämlich den wichtigen Satz, daß alle organischen Individuen von Anbeginn ihrer individuellen Existenz an ungleich, wenn auch oft höchst ähnlich sind. Zum Beweise dieses Satzes können wir zunächst auf die Tatsache hinweisen, daß beim Menschen allgemein alle Geschwister, alle Kinder eines Elternpaares von Geburt an ungleich sind. Es wird niemand behaupten, daß zwei Geschwister bei der Geburt noch vollkommen gleich sind, daß die Größe aller einzelnen Körperteile, die Zahl der Kopfhaare, der Oberhautzellen, der Blutzellen in beiden Geschwistern ganz gleich sei, daß beide dieselben Anlagen und Talente mit auf die Welt gebracht haben. Ganz besonders beweisend für dieses Gesetz der individuellen Verschieheit ist aber die Tatsache, daß bei denjenigen Tieren, welche mehrere Junge werfen, z. B. bei den Hunden und Katzen, alle Jungen eines jeden Wurfes voneinander verschieden sind, bald durch geringere, bald durch auffallendere Differenzen in der Größe, Färbung, Länge der einzelnen Körperteile, Stärke usw. Nun gilt aber dieses Gesetz ganz allgemein. Alle organischen Individuen sind von Anfang an durch gewisse, wenn auch oft höchst feine Unterschiede ausgezeichnet, und die Ursache dieser individuellen Unterschiede, wenn auch im einzelnen uns gewöhnlich ganz unbekannt, liegt teilweise oder ausschließlich in gewissen Einwirkungen, welche die Fortpflanzungsorgane des elterlichen Organismus erfahren haben.

Manche Naturforscher betrachten die individuelle Variation als die wichtigste oder selbst die ausschließliche Ursache der Transformation; so namentlich August Weismann, welcher sie als die unmittelbare Folge der geschlechtlichen Fortpflanzung hinstellt. Die amphigone Vererbung bewirkt nach ihm unmittelbar die individuelle Anpassung. So hoch wir aber auch ihren Wert schätzen mögen, so können

wir ihr doch nicht diese ausschließliche Bedeutung zugestehen.

Weniger wichtig und allgemein, als dieses Gesetz der individuellen Abänderung, ist ein zweites Gesetz der indirekten Anpassung, welches wir das Gesetz der sprungweisen oder monströsen Anpassung nennen wollen. Hier sind die Abweichungen des kindlichen Organismus von der elterlichen Form so auffallend, daß sie bald als „neue Arten", bald als Mißgeburten oder Monstrositäten erscheinen. Diese werden in vielen Fällen experimentell dadurch erzeugt, daß man den elterlichen Organismus einer bestimmten Behandlung unterwirft, in eigentümliche Ernährungsverhältnisse versetzt, z. B. Luft und Licht ihm entzieht oder andere auf seine Ernährung mächtig einwirkende Einflüsse in bestimmter Weise abändert. Die neue Existenzbedingung bewirkt eine starke und auffallende Abänderung der Gestalt, aber nicht an dem unmittelbar davon betroffenen Organismus, sondern erst an dessen Nachkommenschaft. Die Art und Weise dieser Einwirkung im einzelnen zu erkennen, ist uns auch hier nicht möglich, und wir können nur ganz im allgemeinen den ursächlichen Zusammenhang zwischen der monströsen Bildung des Kindes und gewissen Veränderungen in den Fortpflanzungsorganen seiner Eltern feststellen. In diese Reihe der monströsen oder sprungweisen Abänderungen gehören wahrscheinlich die früher erwähnten Erscheinungen des Albinismus, sowie die einzelnen Fälle von Menschen mit sechs Fingern und Zehen, von ungehörnten Rindern, sowie von Schafen und Ziegen mit vier oder sechs Hörnern. Wahrscheinlich verdankt in allen diesen Fällen die monströse Abänderung ihre Entstehung einer Ursache, welche zunächst nur das Reproduktionssystem des elterlichen Organismus, das Ei der Mutter oder das Sperma des Vaters affizierte.

Neuerdings ist die sprungweise oder stoßweise Anpassung von dem holländischen Botaniker Hugo de Vries zum Gegenstande sehr eingehender experi-

menteller Studien gemacht worden. Er unterscheidet diese plötzlich und ohne Übergänge auftretenden Abartungen als Mutationen von den gewöhnlichen, allmählich sich ausbildenden Variationen, und behauptet, daß nur die ersteren, nicht die letzteren, die Anfänge neuer konstanter Arten darstellen. Die plötzlichen, Spezies bildenden Mutationen sollen durch innere unbekannte Ursachen bedingt und unabhängig von den veränderlichen Einflüssen der Außenwelt sein; letztere sollen nur vorübergehende, nicht erbliche Variationen hervorbringen. Nach meiner Überzeugung ist diese scharfe Unterscheidung nicht haltbar.

Als eine dritte eigentümliche Äußerung der indirekten Anpassung können wir das Gesetz der geschlechtlichen oder sexuellen Anpassung anschließen. So nennen wir die merkwürdige Tatsache, daß bestimmte Einflüsse, welche auf die männlichen Fortpflanzungsorgane einwirken, nur in der Formbildung der männlichen Nachkommen, und ebenso andere Einflüsse, welche die weiblichen Geschlechtsorgane betreffen, nur in der Gestaltveränderung der weiblichen Nachkommen ihre Wirkung äußern. Diese merkwürdige Erscheinung ist noch wenig beachtet, wahrscheinlich aber von großer Bedeutung für die Entstehung der früher betrachteten „sekundären Sexualcharaktere".

Alle die angeführten Erscheinungen der geschlechtlichen, der sprungweisen und der individuellen Anpassung, welche wir als „Gesetze der indirekten oder mittelbaren (potentiellen) Anpassung" zusammenfassen können, sind uns in ihrem eigentlichen Wesen, in ihrem tieferen ursächlichen Zusammenhang noch äußerst wenig bekannt. Nur so viel läßt sich schon jetzt mit Sicherheit behaupten, daß sehr zahlreiche und wichtige Umbildungen der organischen Formen diesem Vorgange ihre Entstehung verdanken. Viele und auffallende Formveränderungen sind lediglich bedingt durch Ursachen, welche zunächst nur auf die Ernährung des elterlichen Orga-

nismus und dadurch auf dessen Fortpflanzungsorgane einwirkten. Offenbar sind hierbei die wichtigen Wechselbeziehungen, in denen die Geschlechtsorgane zu den übrigen Körperteilen stehen, von der größten Bedeutung. Von diesen werden wir sogleich bei dem Gesetze der wechselbezüglichen Anpassung noch mehr zu sagen haben. Wie mächtig überhaupt Veränderungen in den Lebensbedingungen, in der Ernährung, auf die Fortpflanzung der Organismen einwirken, beweist allein schon die merkwürdige Tatsache, daß zahlreiche wilde Tiere, die wir in unseren zoologischen Gärten halten und ebenso viele in unsere botanischen Gärten verpflanzte exotische Gewächse nicht mehr imstande sind, sich fortzupflanzen, so z. B. die meisten Raubvögel, Papageien und Affen. Auch der Elefant und die bärenartigen Raubtiere werfen in der Gefangenschaft fast niemals Junge. Ebenso werden viele Pflanzen im Kulturzustande unfruchtbar. Es erfolgt zwar die Verbindung der beiden Geschlechter, aber keine Befruchtung oder keine Entwicklung der befruchteten Keime. Hieraus ergibt sich unzweifelhaft, daß sie durch den Kulturzustand veränderte Ernährungsweise die Fortpflanzungsfähigkeit gänzlich aufzuheben, also den größten Einfluß auf die Geschlechtsorgane auszuüben imstande ist. Ebenso können andere Anpassungen oder Ernährungsveränderungen des elterlichen Organismus zwar nicht den gänzlichen Ausfall der Nachkommenschaft, wohl aber bedeutende Umbildungen in deren Struktur und Form veranlassen.

Viel bekannter als die Erscheinungen der indirekten oder potentiellen Anpassung sind diejenigen der direkten oder aktuellen Anpassung, zu deren näherer Betrachtung wir uns jetzt wenden. Es gehören hierher alle diejenigen Abänderungen der Organismen, welche man als die Folgen der Übung, Gewohnheit, Dressur, Erziehung usw. betrachtet, ebenso diejenigen Umbildungen der organischen Formen, welche unmittelbar durch den Einfluß der Nahrung, des Klimas und anderer äußerer Existenzbedingungen

bewirkt werden. Wie schon vorher bemerkt, tritt hier bei der direkten oder unmittelbaren Anpassung der umbildende Einfluß der äußeren Ursache in der individuellen Form oder Struktur des betroffenen Organismus selbst, und nicht erst in derjenigen seiner Nachkommenschaft wirksam zutage.

Unter den verschiedenen Gesetzen der direkten oder aktuellen Anpassung können wir als das oberste und umfassendste das Gesetz der allgemeinen oder universellen Anpassung an die Spitze stellen. Dasselbe läßt sich kurz in dem Satze aussprechen: „Alle organischen Individuen werden im Laufe ihres Lebens durch Anpassung an verschiedene Lebensbedingungen einander ungleich, obwohl die Individuen einer und derselben Art sich meistens sehr ähnlich bleiben." Eine gewisse Ungleichheit aller Einzelwesen wurde ja schon durch das Gesetz der individuellen (indirekten) Anpassung bedingt. Allein diese ursprüngliche Ungleichheit der Einzelwesen wird späterhin dadurch noch gesteigert, daß jedes Individuum sich während seines selbständigen Lebens seinen eigentümlichen Existenzbedingungen unterwirft und anpaßt. Alle verschiedenen Einzelwesen einer jeden Art, so ähnlich sie in ihren ersten Lebensstadien auch sein mögen, werden im weiteren Verlaufe der Existenz einander mehr oder minder ungleich. In geringeren oder bedeutenderen Eigentümlichkeiten entfernen sie sich voneinander, und das ist eine natürliche Folge der verschiedenen Bedingungen, unter denen alle Individuen leben. Es gibt nicht zwei einzelne Wesen irgendeiner Art, die unter ganz gleichen äußeren Umständen ihr Leben vollbringen. Die Lebensbedingungen der Nahrung, der Feuchtigkeit, der Luft, des Lichtes, ferner die Lebensbedingungen der Gesellschaft, die Wechselbeziehungen zu den umgebenden Individuen derselben Art und anderer Arten, sind bei allen Einzelwesen verschieden; diese Verschiedenheit wirkt zunächst auf die Funktionen, weiterhin auf die Formen jedes einzelnen Organismus umbildend ein.

Wenn Geschwister einer menschlichen Familie schon von Anfang an gewisse individuelle Ungleichheiten zeigen, die wir als Folge der individuellen (indirekten) Anpassung betrachten können, so erscheinen uns dieselben noch weit mehr verschieden in späterer Lebenszeit, wo die einzelnen Geschwister verschiedene Erfahrungen durchgemacht und sich verschiedenen Lebensverhältnissen angepaßt haben. Die ursprünglich angelegte Verschiedenheit des individuellen Entwicklungsganges wird offenbar um so größer, je länger das Leben dauert, je mehr verschiedenartige äußere Bedingungen auf die einzelnen Individuen Einfluß erlangen. Das können Sie am einfachsten an den Menschen selbst, sowie an den Haustieren und Kulturpflanzen nachweisen, bei denen Sie willkürlich die Lebensbedingungen modifizieren können. Zwei Brüder, von denen der eine zum Arbeiter, der andere zum Priester erzogen wird, entwickeln sich in körperlicher und geistiger Beziehung ganz verschieden; ebenso zwei Hunde eines und desselben Wurfes, von denen der eine zum Jagdhund, der andere zum Kettenhund erzogen wird. Dasselbe gilt aber auch von den organischen Individuen im Naturzustande. Wenn Sie z. B. in einem Kiefern- oder in einem Buchenwalde sorgfältig alle Bäume miteinander vergleichen, so finden Sie immer, daß von allen hundert oder tausend Bäumen einer und derselben Art nicht zwei Individuen in der Größe des Stammes und der einzelnen Teile, in der Zahl der Zweige, Blätter, Früchte usw. völlig übereinstimmen. Überall finden Sie individuelle Ungleichheiten, welche zum Teil wenigstens bloß die Folge der verschiedenen Lebensbedingungen sind, unter denen sich alle Bäume entwickeln. Freilich läßt sich niemals mit Bestimmtheit sagen, wieviel von dieser Ungleichheit aller Einzelwesen jeder Art ursprünglich (durch die indirekte individuelle Anpassung bedingt), wieviel davon erworben (durch die direkte universelle Anpassung bewirkt) sein mag.

Nicht minder wichtig und allgemein als die uni-

verselle Anpassung ist eine zweite Erscheinungsreihe der direkten Anpassung, welche wir das Gesetz der gehäuften oder kumulativen Anpassung nennen können. Unter diesem Namen fasse ich eine große Anzahl von sehr wichtigen Erscheinungen zusammen, die man gewöhnlich in zwei ganz verschiedene Gruppen bringt. Man unterscheidet in der Regel erstens solche Veränderungen der Organismen, welche unmittelbar durch den anhaltenden Einfluß äußerer Bedingungen (durch die dauernde Einwirkung der Nahrung, des Klimas, der Umgebung usw.) erzeugt werden; und zweitens solche Veränderungen, welche mittelbar durch Gewohnheit und Übung, durch Angewöhnung an bestimmte Lebensbedingungen, durch Gebrauch oder Nichtgebrauch der Organe entstehen. Diese letzteren Einflüsse sind insbesondere von Lamarck als wichtige Ursachen der Umbildung der organischen Formen hervorgehoben, während man die ersteren schon sehr lange in weiteren Kreisen als solche anerkannt hat.

Die scharfe Unterscheidung, welche man zwischen diesen beiden Gruppen der gehäuften oder kumulativen Anpassung gewöhnlich macht, und welche auch Darwin noch sehr hervorhebt, verschwindet, sobald man eingehender und tiefer über das eigentliche Wesen und den ursächlichen Grund der beiden scheinbar sehr verschiedenen Anpassungsreihen nachdenkt. Man gelangt dann zu der Überzeugung, daß man es in beiden Fällen immer mit zwei verschiedenen wirkenden Ursachen zu tun hat, nämlich einerseits mit der äußeren Einwirkung oder Aktion der anpassend wirkenden Lebensbedingung, und andererseits mit der inneren Gegenwirkung oder Reaktion des Organismus, welcher sich jener Lebensbedingung unterwirft und anpaßt. Wenn man die gehäufte Anpassung in ersterer Hinsicht für sich betrachtet, indem man die umbildenden Wirkungen der andauernden äußeren Existenzbedingungen auf diese letzteren allein bezieht, so legt man einseitig das Hauptgewicht auf die äußere Einwirkung, und man vernachlässigt

die notwendig eintretende innere Gegenwirkung des Organismus. Wenn man umgekehrt die gehäufte Anpassung einseitig in der zweiten Richtung verfolgt, indem man die umbildende Selbständigkeit des Organismus, seine Gegenwirkung gegen den äußeren Einfluß, seine Veränderung durch Übung, Gewohnheit, Gebrauch oder Nichtgebrauch der Organe hervorhebt, so vergißt man, daß diese Gegenwirkung oder Reaktion erst durch die Einwirkung der äußeren Existenzbedingung hervorgerufen wird. Es ist also nur ein Unterschied der Betrachtungsweise, auf welchem die Unterscheidung jener beiden verschiedenen Gruppen beruht, und ich glaube, daß man sie mit vollem Rechte zusammenfassen kann. Das Wesentlichste bei diesen gehäuften Anpassungserscheinungen ist immer, daß die Veränderung des Organismus, welche zunächst in seiner Funktion und weiterhin in seiner Formbildung sich äußert, entweder durch lange andauernde oder durch oft wiederholte Einwirkungen einer äußeren Ursache veranlaßt wird. Die kleinste Ursache kann durch Häufung oder Kumulation ihrer Wirkung die größten Erfolge erzielen.

Die Beispiele für diese Art der direkten Anpassung sind unendlich zahlreich. Wo Sie nur hineingreifen in das Leben der Tiere und Pflanzen, finden Sie überall einleuchtende und überzeugende Veränderungen dieser Art vor Augen. Wir wollen hier zunächst einige durch die Nahrung selbst unmittelbar bedingte Anpassungserscheinungen hervorheben. Jeder von Ihnen weiß, daß man die Haustiere, die man für gewisse Zwecke züchtet, verschieden umbilden kann durch die verschiedene Quantität und Qualität der Nahrung. Wenn der Landwirt bei der Schafzucht feine Wolle erzeugen will, so gibt er den Schafen anderes Futter, als wenn er gutes Fleisch oder reichliches Fett erzielen will. Die auserlesenen Rennpferde und Luxuspferde erhalten besseres Futter als die schweren Lastpferde und Karrengaule. Die Körperform des Menschen selbst, der Grad der Fettabla-

gerung z. B., ist ganz verschieden nach der Nahrung. Bei stickstoffreicher Kost wird wenig, bei stickstoffarmer Kost viel Fett abgelagert. Leute, die mit Hilfe der Bantingkur mager werden wollen, essen nur Fleisch und Eier, kein Brot, keine Kartoffeln. Welche bedeutenden Veränderungen man an Kulturpflanzen, lediglich durch veränderte Quantität und Qualität der Nahrung hervorbringen kann, ist allbekannt. Dieselbe Pflanze erhält ein ganz anderes Aussehen, wenn man sie an einem trockenen, warmen Ort dem Sonnenlicht ausgesetzt hält oder wenn man sie an einer kühlen, feuchten Stelle im Schatten hält. Viele Pflanzen bekommen, wenn man sie an den Meeresstrand versetzt, nach einiger Zeit dicke, fleischige Blätter; und dieselben Pflanzen, an ausnehmend trockene und heiße Standorte versetzt, bekommen dünne, behaarte Blätter. Alle diese Formveränderungen entstehen unmittelbar durch den gehäuften Einfluß der veränderten Ernährung, durch Modifikation des Stoffwechsels.

Aber nicht nur die Quantität und Qualität der Nahrungsmittel wirkt mächtig verändernd und umbildend auf den Organismus ein, sondern auch alle anderen äußeren Existenzbedingungen, vor allen die nächste organische Umgebung, die Gesellschaft von freundlichen oder feindlichen Organismen. Ein und derselbe Baum entwickelt sich ganz anders an einem offenen Standort, wo er von allen Seiten frei steht, als im Walde, wo er sich den Umgebungen anpassen muß, wo er ringsum von den nächsten Nachbarn gedrängt und zum Emporschießen gezwungen wird. Im ersten Fall wird die Krone weit ausgebreitet, im letzten dehnt sich der Stamm in die Höhe und die Krone bleibt klein und gedrungen. Wie mächtig alle diese Umstände, wie mächtig der feindliche und freundliche Einfluß der umgebenden Organismen, der Parasiten usw. auf jedes Tier und jede Pflanze einwirken, ist so bekannt, daß eine Anführung weiterer Beispiele überflüssig erscheint. Die Veränderung der Form, die Umbildung, welche dadurch be-

wirkt wird, ist niemals bloß die unmittelbare Folge des äußeren Einflusses, sondern muß immer zurückgeführt werden auf die entsprechende Gegenwirkung, auf die Selbsttätigkeit des Organismus, die man als Angewöhnung, Übung, Gebrauch oder Nichtgebrauch der Organe bezeichnet. Daß man diese letzteren Erscheinungen in der Regel getrennt von der ersteren betrachtet, liegt erstens an der schon hervorgehobenen einseitigen Betrachtungsweise, und dann zweitens daran, daß man sich eine ganz falsche Vorstellung von dem Wesen und dem Einfluß der Willenstätigkeit bei den Tieren gebildet hatte.

Die Tätigkeit des Willens, welche der Angewöhnung, der Übung, dem Gebrauch oder Nichtgebrauch der Organe bei den Tieren zugrunde liegt, ist gleich jeder anderen Tätigkeit der tierischen Seele durch materielle Vorgänge im Zentralnervensystem bedingt, durch eigentümliche Bewegungen, welche von der eiweißartigen Materie der Ganglienzellen und der mit ihnen verbundenen Nervenfasern ausgehen. Der Wille der höheren Tiere ist in dieser Beziehung, ebenso wie die übrigen Geistestätigkeiten, von demjenigen des Menschen nur quantitiv (nicht qualitativ) verschieden. Der Wille des Tieres, wie des Menschen ist niemals frei. Das weitverbreitete Dogma von der Freiheit des Willens ist naturwissenschaftlich durchaus nicht haltbar. Jeder Physiologe, der die Erscheinungen der Willenstätigkeit bei Menschen und Tieren streng wissenschaftlich untersucht, kommt mit Notwendigkeit zu der Überzeugung, daß der Wille eigentlich niemals frei, sondern stets durch äußere oder innere Einflüsse bedingt ist. Diese Einflüsse sind größtenteils Vorstellungen, die entweder durch Anpassung oder durch Vererbung erworben und auf eine von diesen beiden physiologischen Funktionen zurückführbar sind. Sobald man seine eigene Willenstätigkeit streng untersucht, ohne das herkömmliche Vorurteil von der Freiheit des Willens, so wird man gewahr, daß jede scheinbar freie Willenshandlung durch vorhergehende Vorstellungen be-

wirkt wird, und diese wurzeln entweder in ererbten oder in anderweitig erworbenen Vorstellungen; sie sind also in letzter Linie wiederum durch Anpassungs- oder Vererbungsgesetze bedingt. Dasselbe gilt von der Willenstätigkeit aller Tiere. Sobald man diese eingehend im Zusammenhang mit ihrer Lebensweise betrachtet und in ihrer Beziehung zu den Veränderungen, welche die Lebensweise durch die äußeren Bedingungen erfährt, so überzeugt man sich alsbald, daß eine andere Auffassung nicht möglich ist. Daher müssen auch die Veränderungen der Willensbewegung, welche aus veränderter Ernährung folgen, und welche als Übung, Gewohnheit usw. umbildend wirken, unter jene materiellen Vorgänge der gehäuften Anpassung gerechnet werden.

Indem sich der tierische Wille den veränderten Existenzbedingungen durch dauernde Gewöhnung, Übung usw. anpaßt, vermag er die bedeutendsten Umbildungen der organischen Formen zu bewirken. Mannigfaltige Beispiele hierfür sind überall im Tierleben zu finden. So verkümmern z. B. bei den Haustieren manche Organe, indem sie infolge der veränderten Lebensweise außer Tätigkeit treten. Die Enten und Hühner, welche im wilden Zustande ausgezeichnet fliegen, verlernen diese Bewegung mehr oder weniger im Kulturzustande. Sie gewöhnen sich daran, mehr ihre Beine als ihre Flügel zu gebrauchen und infolge davon werden die dabei gebrauchten Teile der Muskulatur und des Skeletts in ihrer Ausbildung und Form wesentlich verändert. Für die verschiedenen Rassen der Hausente, welche alle von der wilden Ente (Anas boschas) abstammen, hat dies Darwin durch eine sehr sorgfältige vergleichende Messung und Wägung der betreffenden Skeletteile nachgewiesen. Die Knochen des Flügels sind bei der Hausente schwächer, die Knochen des Beines dagegen umgekehrt stärker entwickelt, als bei der wilden Ente. Bei den Straußen und anderen Laufvögeln, welche sich das Fliegen gänzlich abgewöhnt haben, ist infolgedessen der Flügel ganz verkümmert,

zu einem völlig „rudimentären Organ" herabgesunken. Bei vielen Haustieren, insbesondere bei vielen Rassen von Hunden und Kaninchen, bemerken Sie ferner, daß dieselben durch den Kulturzustand herabhängende Ohren bekommen haben. Dies ist einfach eine Folge des verminderten Gebrauchs der Ohrmuskeln. Im wilden Zustande müssen diese Tiere ihre Ohren gehörig anstrengen, um einen nahenden Feind zu bemerken, und es hat sich dadurch ein starker Muskelapparat entwickelt, welcher die äußeren Ohren in aufrechter Stellung erhält und nach allen Richtungen dreht. Im Kulturzustande haben dieselben Tiere nicht mehr nötig, so aufmerksam zu lauschen; sie spitzen und drehen die Ohren nur wenig; die Ohrmuskeln kommen außer Gebrauch, verkümmern allmählich, und die Ohren sinken nun schlaff herab oder werden rudimentär.

Wie in diesen Fällen die Funktion und dadurch auch die Form des Organs durch Nichtgebrauch rückgebildet wird, so wird dieselbe andererseits durch stärkeren Gebrauch mehr entwickelt. Dies tritt uns besonders deutlich entgegen, wenn wir das Gehirn und die dadurch bewirkten Seelentätigkeiten bei den wilden Tieren und den Haustieren, welche von ihnen abstammen, vergleichen. Insbesondere der Hund und das Pferd, welche in so erstaunlichem Maße durch die Kultur veredelt sind, zeigen im Vergleiche mit ihren wilden Stammverwandten einen außerordentlichen Grad von Ausbildung der Geistestätigkeit, und offenbar ist die damit zusammenhängende Umbildung des Gehirns größtenteils durch die andauernde Übung bedingt. Allbekannt ist es ferner, wie schnell und mächtig die Muskeln durch anhaltende Übung wachsen und ihre Form verändern. Vergleichen Sie z. B. Arme und Beine eines geübten Turners mit denjenigen eines unbeweglichen Stubensitzers.

Wie mächtig äußere Einflüsse die Gewohnheiten der Tiere, ihre Lebensweise beeinflussen und dadurch weiterhin auch ihre Form umbilden, zeigen sehr auffallend manche Beispiele von Amphibien

und Reptilien. Unsere häufigste einheimische Schlange, die Ringelnatter, legt Eier, welche zu ihrer Entwicklung noch drei Wochen brauchen. Wenn man sie aber in Gefangenschaft hält und in den Käfig keinen Sand streut, so legt sie die Eier nicht ab, sondern behält sie bei sich, so lange, bis die Jungen entwickelt sind. Der Unterschied zwischen lebendig gebärenden Tieren und solchen, die Eier legen, scheinbar so wichtig, wird hier einfach durch die Veränderung des Bodens verwischt.

Außerordentlich interessant sind in dieser Beziehung auch die Wassermolche oder Tritonen, welche man gezwungen hat, ihre ursprünglichen Kiemen beizubehalten. Diese Amphibien sind den Fröschen nahe verwandt und besitzen gleich ihnen in der Jugend äußere Atmungsorgane, Kiemen. Solange ihre Larven im Wasser leben, atmen sie gleich den Fischen durch die Kiemen. Später tritt bei den Tritonen eine Metamorphose ein, wie bei den Fröschen. Sie gehen auf das Land, verlieren die Kiemen und gewöhnen sich an das Lungenatmen. Wenn man sie nun daran verhindert, indem man sie in einem geschlossenen Wasserbecken hält, so verlieren sie oft die Kiemen nicht. Diese bleiben vielmehr bestehen, und der Wassermolch verharrt zeitlebens auf jener niederen Ausbildungsstufe, welche seine tiefer stehenden Verwandten, die Kiemenmolche, niemals überschreiten; er erreicht seine volle Größe, wird geschlechtsreif und pflanzt sich fort, ohne die Kiemen zu verlieren.

Großes Aufsehen erregte unter den Zoologen vor einigen Jahrzehnten der Axolotl (Siredon pisciformis), ein dem Triton nahe verwandter Molch aus Mexiko, welchen man seit langer Zeit kannte und im Pariser Pflanzengarten im großen gezüchtet hatte. Dieses Tier hat auch äußere Kiemen, wie die jugendliche Larve des Wassermolchs, behält aber dieselben für gewöhnlich zeitlebens bei. Nun krochen aber plötzlich im Pflanzengarten unter Hunderten dieser Tiere eine geringe Anzahl aus dem Wasser auf das Land,

verloren ihre Kiemen und verwandelten sich in eine kiemenlose Molchform, welche von einer nordamerikanischen Tritonengattung (Amblystoma) nicht mehr zu unterscheiden ist und nur durch Lungen atmet. Es ergab sich nun, daß der Axolotl in anderen Gegenden sich normal zum kiemenlosen Amblystoma umbildet; aber im See von Mexiko, wie in unseren Aquarien, wird er als kiementragender Fischmolch geschlechtsreif. In diesem letzten, höchst merkwürdigen Falle können wir unmittelbar den großen Sprung von einem wasseratmenden zu einem luftatmenden Tiere verfolgen, einen Sprung, der allerdings bei der individuellen Entwicklungsgeschichte der Frösche und Salamander in jedem Frühling beobachtet werden kann. Ebenso aber, wie jeder einzelne Frosch und jeder einzelne Salamander aus dem ursprünglich kiemenatmenden Amphibium späterhin in ein lungenatmendes sich verwandelt, so ist auch die ganze Gruppe der Frösche und Salamander ursprünglich aus kiemenatmenden, dem Proteus verwandten Tieren entstanden. Die Sozobranchien sind noch bis auf den heutigen Tag auf jener niedrigen Stufe stehen geblieben. Die Ontogenie erläutert auch hier die Phylogenie, die Entwicklungsgeschichte der Individuen diejenige der ganzen Klasse.

Eine besonders wichtige Gruppe unter den Erscheinungen der gehäuften oder kumulativen Anpassung bilden die Veränderungen der Organisation, welche als funktionelle Anpassungen von Wilhelm Roux sehr eingehend erläutert worden sind. Seine Schrift über „den Kampf der Teile im Organismus" (1881) geht, wesentlich im Anschluß an Lamarck, von den morphologischen Wirkungen der physiologischen Funktionen oder Lebenstätigkeiten aus. Er weist nach, in wie hohem Maße die Übung der Organe dieselben stärkt, der Nichtgebrauch sie schwächt; erstere bewirkt Hyperthrophie und Wachstum der Organe, letztere Atrophie und Verkümmerung derselben. Mit Recht legt er großes Gewicht auf die unzweifelhafte Vererbung dieser erworbenen Verände-

rungen und betont die differenzierende und gestaltende Wirkung der funktionellen Reize. Besonders wichtig aber sind die Erörterungen über die tiefgehenden unmittelbaren Veränderungen, welche die vermehrte oder verminderte Übung der Organe in den Geweben bewirkt, die sie zusammensetzen, und in den Zellen, welche die Gewebe aufbauen. Auf diese bedeutungsvollen Veränderungen hatte ich schon 1866 in meiner Generellen Morphologie hingewiesen, als ich alle Anpassungen auf die Ernährung der Gewebe, als physiologische Grundtätigkeit, zurückzuführen versuchte (Bd. II, S. 193). Roux führt dieselben weiter aus und erläutert eingehend die trophische Wirkung der funktionellen Reize für die aktiv und passiv wirkenden Teile. Er zeigt an der feineren Struktur der Knochen und Muskeln, der Drüsen und Blutgefäße, wie deren höchst zweckmäßige Einrichtung unmittelbar durch die trophische Einwirkung der funktionellen Reize entstehen kann. Daraus ergibt sich klar, wie die denkbar höchste Vollkommenheit der Organisation unmittelbar durch die Lebenstätigkeit der Organismen selbst bewirkt werden kann, als eine teleologische Mechanik, welche keinen bewußten Zweck oder sogenannten Bauplan voraussetzt. Zugleich zeigt sich aber auch, wie die neuen zweckmäßigen Einrichtungen durch Vererbung direkt übertragen werden können, ohne daß dabei notwendig Züchtung oder Selektion stattfinden muß.

Neuerlich hat allerdings Roux den wichtigsten Teil seiner Anschauungen aufgegeben und die entgegengesetzte, damit völlig unvereinbare Keimplasmatheorie von Weismann angenommen. Mit diesem leugnet er die „Vererbung erworbener Eigenschaften" und damit zugleich den phylogenetischen Wert der funktionellen Veränderungen. Denn wenn diese nicht durch Vererbung auf die Nachkommen übertragen werden, dann sind sie für die Umbildungen der Arten nutzlos. Ich muß aber hier die hohe Bedeutung der funktionellen und kumulativen Anpassung um so

mehr betonen, als sie nach meiner Überzeugung, in Wechselwirkung mit der progressiven Vererbung, zu den wichtigsten und allgemeinsten Ursachen der phyletischen Transformation gehört.

In engem Zusammenhang mit den vorhergehenden Erscheinungsreihen steht das Gesetz der wechselbezüglichen oder korrelativen Anpassung. Nach diesem wichtigen Gesetze werden durch die aktuelle Anpassung nicht nur diejenigen Teile des Organismus abgeändert, welche unmittelbar durch die äußere Einwirkungen betroffen werden, sondern auch andere, nicht unmittelbar davon berührte Teile. Dies ist eine Folge des organischen Zusammenhanges, und namentlich der einheitlichen Ernährungsverhältnisse, welche zwischen allen Teilen jedes Organismus bestehen. Wenn z. B. bei einer Pflanze durch Versetzung an einen trockenen Standort die Behaarung der Blätter zunimmt, so wirkt diese Veränderung auf die Ernährung anderer Teile zurück und kann eine Verkürzung der Stengelglieder und somit eine gedrungenere Form der ganzen Pflanze zur Folge haben. Bei einigen Rassen von Schweinen und Hunden, z. B. bei dem türkischen Hunde, welche durch Anpassung an ein wärmeres Klima ihre Behaarung mehr oder weniger verloren, wurde zugleich das Gebiß zurückgebildet. So zeigen auch die Walfische und die Edentaten (Schuppentiere, Gürteltiere usw.), welche sich durch ihre eigentümliche Hautbedeckung am meisten von den übrigen Säugetieren entfernt haben, die größten Abweichungen in der Bildung des Gebisses. Ferner bekommen solche Rassen von Haustieren (z. B Rindern, Schweinen), bei denen sich die Beine verkürzen, in der Regel auch einen kurzen und gedrungenen Kopf. Taubenrassen, welche die längsten Beine haben, zeichnen sich zugleich auch durch die längsten Schnäbel aus. Dieselbe Wechselbeziehung zwischen der Länge der Beine und des Schnabels zeigt sich ganz allgemein in der Ordnung der Stelzvögel (Grallatores), beim Storch, Kranich, der Schnepfe usw. Die Wechselbeziehungen, welche

in dieser Weise zwischen verschiedenen Teilen des Organismus bestehen, sind äußerst merkwürdig, und im einzelnen ihrer Ursache nach meistens unbekannt. Im allgemeinen können wir natürlich sagen: die Ernährungsveränderungen, die einen einzelnen Teil betreffen, müssen notwendig auf die übrigen Teile zurückwirken, weil die Ernährung eines jeden Organismus eine zusammenhängende, zentralisierte Tätigkeit ist. Allein warum nun gerade dieser oder jener Teil in solcher merkwürdigen Wechselbeziehung zu einem anderen steht, ist uns in den meisten Fällen unbekannt.

Wir kennen eine große Anzahl solcher Wechselbeziehungen in der Bildung, namentlich bei den früher bereits erwähnten Abänderungen der Tiere und Pflanzen, die sich durch Pigmentmangel auszeichnen, den Albinos oder Kakerlaken. Der Mangel des gewöhnlichen Farbstoffs bedingt hier gewisse Veränderungen in der Bildung anderer Teile, z. B. des Muskelsystems, des Knochensystems, also organischer Systeme, die zunächst gar nicht mit dem Systeme der äußeren Haut zusammenhängen. Sehr häufig sind diese schwächer entwickelt und daher der ganze Körperbau zarter und schwächer, als bei den gefärbten Tieren derselben Art. Ebenso werden auch die Sinnesorgane und das Nervensystem durch diesen Pigmentmangel eigentümlich affiziert. Weiße Katzen mit blauen Augen sind fast immer taub. Die Schimmel zeichnen sich vor den gefärbten Pferden durch die besondere Neigung zur Bildung sarkomatöser Geschwülste aus. Auch beim Menschen ist der Grad der Pigmententwicklung in der äußeren Haut vom größten Einflusse auf die Empfänglichkeit des Organismus für gewisse Krankheiten. Europäer mit dunkler Hautfarbe, schwarzen Haaren und braunen Augen können sich leichter in den Tropengegenden akklimatisieren und sind viel weniger den dort herrschenden Krankheiten (Leberentzündungen, Gelbem Fieber usw.) unterworfen, als Europäer mit heller Hautfarbe, blonden Haaren und blauen Augen.

Vorzugsweise merkwürdig sind unter diesen Wechselbeziehungen der Bildung verschiedener Organe diejenigen, welche zwischen den Geschlechtsorganen und den übrigen Teilen des Körpers bestehen. Keine Veränderung eines Teiles wirkt so mächtig zurück auf die übrigen Körperteile, als eine bestimmte Behandlung der Geschlechtsorgane. Die Landwirte, welche bei Schweinen, Schafen usw. reichliche Fettbildung erzielen wollen, entfernen die Geschlechtsdrüsen durch Herausschneiden (Kastration), und zwar geschieht dies bei Tieren beiderlei Geschlechts. Infolge davon tritt übermäßige Fettentwicklung ein. Dasselbe tut auch seine Heiligkeit der „unfehlbare" Papst bei den Kastraten, welche in der Peterskirche zu Ehren Gottes singen müssen. Diese Unglücklichen werden in früher Jugend kastriert, damit sie ihre hohen Knabenstimmen beibehalten. Infolge dieser Verstümmelung der Genitalien bleibt der Kehlkopf auf der jugendlichen Entwicklungsstufe stehen. Zugleich bleibt die Muskulatur des ganzen Körpers schwach entwickelt, während sich unter der Haut reichliche Fettmengen ansammeln. Aber auch auf die Ausbildung des Zentralnervensystems, der Willensenergie usw. wirkt jene Verstümmelung mächtig zurück; bekanntlich entbehren die menschlichen Kastraten oder Eunuchen, ebenso wie die kastrierten männlichen Haustiere, des bestimmten männlichen Seelencharakters. Der Mann ist eben Leib und Seele nach nur Mann durch seine männliche Generationsdrüse.

Diese äußerst wichtigen und einflußreichen Wechselbeziehungen zwischen den Geschlechtsorganen und den übrigen Körperteilen, vor allem dem Gehirn, finden sich in gleicher Weise bei beiden Geschlechtern. Das läßt sich schon von vornherein deshalb erwarten, weil bei den meisten Tieren die beiderlei Organe aus gleicher Grundlage sich entwickeln. Beim Menschen, wie bei allen übrigen Wirbeltieren, ist die ursprüngliche Anlage der Geschlechtsdrüse oder Gonade dieselbe. An einer und

derselben Stelle der Leibeshöhle entstehen aus ihrem Epithel die Zellen, aus deren wiederholter Teilung später beim Weibchen die Eizellen, beim Männchen die Samenzellen hervorgehen. In jungen Embryonen läßt sich das Geschlecht nicht unterscheiden. Erst allmählich entstehen im Laufe der embryonalen Entwicklung (beim Menschen in der neunten Woche seines Embryolebens) die Unterschiede der beiden Geschlechter, indem die Gonade sich beim Weibe zum Eierstock, beim Manne zur Samendrüse entwickelt. Jede Veränderung des weiblichen Eierstocks äußert eine nicht minder bedeutende Rückwirkung auf den gesamten weiblichen Organismus, wie jede Veränderung des Testikels auf den männlichen Organismus. Die Wichtigkeit dieser Wechselbeziehung hat Virchow in seinem vortrefflichen Aufsatz „das Weib und die Zelle" mit folgenden Worten ausgesprochen: „Das Weib ist eben Weib nur durch seine Generationsdrüse; alle Eigentümlichkeiten seines Körpers und Geistes oder seiner Ernährung und Nerventätigkeit: die süße Zartheit und Rundung der Glieder bei der eigentümlichen Ausbildung des Bekkens, die Entwicklung der Brüste bei dem Stehenbleiben der Stimmorgane, jener schöne Schmuck des Kopfhaares bei dem kaum merklichen, weichen Flaum der übrigen Haut, und dann wiederum diese Tiefe des Gefühls, diese Wahrheit der unmittelbaren Anschauung, diese Sanftmut, Hingebung und Treue — kurz alles, was wir an dem wahren Weibe Weibliches bewundern und verehren, ist nur eine Dependenz des Eierstocks. Man nehme den Eierstock hinweg, und das Mannweib in seiner häßlichsten Halbheit steht vor uns".

Dieselbe innige Korrelation oder Wechselbeziehung zwischen den Geschlechtsorganen und den übrigen Körperteilen findet sich auch bei den Pflanzen ebenso allgemein wie bei den Tieren vor. Wenn man bei einer Gartenpflanze reichlichere Früchte zu erzielen wünscht, beschränkt man den Blätterwuchs durch Abschneiden eines Teiles der Blätter. Wünscht man

umgekehrt eine Zierpflanze mit einer Fülle von großen und schönen Blättern zu erhalten, so verhindert man die Blüten- und Fruchtbildung durch Abschneiden der Blütenknospen. In beiden Fällen entwickelt sich das eine Organsystem auf Kosten des anderen. So ziehen auch die meisten Abänderungen der vegetativen Blattbildung bei den wilden Pflanzen eine entsprechende Umbildung in den generativen Blütenteilen nach sich. Die hohe Bedeutung dieser „Kompensation der Entwicklung", dieser „Korrelation der Teile" ist bereits von Goethe, von Geoffry St. Hilaire und von anderen Naturphilosophen hervorgehoben worden. Die direkte oder aktuelle Anpassung kann keinen einzigen Körperteil wesentlich verändern, ohne zugleich auf den ganzen Organismus einzuwirken.

Die korrelative Anpassung der Fortpflanzungsorgane und der übrigen Körperteile verdient deshalb eine ganz besondere Berücksichtigung, weil sie vor allem geeignet ist, ein erklärendes Licht auf die vorher betrachteten dunkeln und rätselhaften Erscheinungen der indirekten oder potentiellen Anpassung zu werfen. Denn ebenso wie jede Veränderung der Geschlechtsorgane mächtig auf den übrigen Körper zurückwirkt, so kann natürlich umgekehrt auch jede eingreifende Veränderung eines anderen Körperteils mehr oder weniger auf die Generationsorgane zurückwirken. Diese Rückwirkung wird sich aber erst in der Bildung der Nachkommenschaft, welche aus den veränderten Generationszellen entsteht, wahrnehmbar äußern. Gerade jene merkwürdigen, aber unmerklichen Veränderungen des Genitalsystems, der Eier und des Sperma, welche durch solche Wechselbeziehungen hervorgebracht werden, sind vom größten Einflusse auf die Bildung der Nachkommenschaft. Die meisten von jenen vorher erwähnten Erscheinungen der indirekten oder potentiellen Anpassung können schließlich auf diese wechselbezügliche Anpassung zurückgeführt werden.

Eine weitere Reihe von ausgezeichneten Beispielen

der korrelativen Anpassung liefern die verschiedenen Tiere und Pflanzen, welche durch das Schmarotzerleben oder den Parasitismus rückgebildet sind. Keine andere Veränderung der Lebensweise wirkt so bedeutend auf die Formbildung der Organismen ein, wie die Angewöhnung an das Schmarotzerleben. Pflanzen verlieren dadurch ihre grünen Blätter, wie z. B. unsere einheimischen Schmarotzerpflanzen: Orobanche, Lathraea, Monotropa. Tiere, welche ursprünglich selbständig und frei gelebt haben, dann aber eine parasitische Lebensweise auf andern Tieren oder auf Pflanzen annehmen, geben zunächst die Tätigkeit ihrer Bewegungsorgane und ihrer Sinnesorgane auf. Der Verlust der Tätigkeit zieht aber den Verlust der Organe, durch welche sie bewirkt wurde, nach sich. Daher finden wir z. B. viele Krebstiere oder Crustaceen, die in der Jugend einen ziemlich hohen Organisationsgrad, Beine, Fühlhörner und Augen besaßen, im Alter als Parasiten vollkommen degeneriert wieder, ohne Augen, ohne Bewegungswerkzeuge und ohne Fühlhörner. Aus der munteren, beweglichen Jugendform ist ein unförmlicher, unbeweglicher Klumpen geworden. Nur die nötigsten Ernährungs- und Fortpflanzungsorgane sind noch in Tätigkeit. Der ganze übrige Körper ist rückgebildet. Offenbar sind diese tiefgreifenden Umbildungen großenteils direkte Folgen der funktionellen oder kumulativen Anpassung, des Nichtgebrauchs und der mangelnden Übung der Organe; aber zum anderen Teile kommen dieselben sicher auch auf Rechnung der korrelativen Anpassung.

Mit den vorhergehenden Gesetzen der direkten Anpassung eng verknüpft, ist die mimetische Anpassung, oder die nachäffende Variation, die gewöhnlich sogenannte „Mimicry“ oder Nachäffung. Sie findet sich unter den Landtieren namentlich bei den Insekten, unter den Wassertieren bei den Krebsen. In diesen beiden Tierklassen gibt es zahlreiche Arten, welche anderen, ganz verschiedenen Ordnungen oder Familien angehörigen Arten zum Verwechseln ähn-

lich sind. Besonders dienen als Vorbilder der Nachäffung solche Insekten (z. B. Schmetterlinge oder deren Raupen), welche wegen auffallend übler Eigenschaften von anderen Tieren gemieden oder gefürchtet werden, z. B. wegen unschmackhaften Fleisches, üblen Geruches, Bewaffnung mit Stacheln, Dornen u. dgl. mehr. Schmetterlinge und Raupen von mehreren ganz verschiedenen Familien haben so durch mimetische Anpassung dieselbe Form, Färbung und Zeichnung erworben, wie diejenigen anderer Familien, welche wegen ihres Geruches oder Geschmackes, wegen ihrer abschreckenden Gestalt oder Bewaffnung gemieden werden. Besonders gefürchtet sind unter den Insekten allgemein die Bienen und Wespen wegen ihres Giftstachels. Daher gibt es Insekten von nicht weniger als fünf oder sechs ganz verschiedenen Ordnungen, welche allmählich durch natürliche Züchtung den Wespen zum Verwechseln ähnlich geworden sind: Schmetterlinge (Sesia), Borkenkäfer (Odontocera), ferner zahlreiche Dipteren (Fliegen und Mücken), verschiedene Heuschrecken (Orthopteren), Halbflügler (Hemipteren) und andere. Die abschreckende Ähnlichkeit mit Wespen ist allen diesen verschiedenen Insekten von größtem Nutzen, weil sie sie vor ihren zahlreichen Feinden und Verfolgern schützt. So sind auch zahlreiche unschuldige Schlangen allmählich gewissen Giftschlangen höchst ähnlich geworden und haben deren Form, Färbung und Zeichnung nachgeahmt; so z. B. unsere harmlose Bergnatter (Coronella laevis) die der giftigen Kreuzotter (Vipera berus). Da schützende Ähnlichkeit auch in vielen anderen Fällen (z. B. bei der gleichfarbigen Zuchtwahl) die Ursache auffallender Umbildungen ist, so kann auch bei diesen mimetische Anpassung in weiterem Sinne angenommen werden.

Als Gesetz der frühzeitigen oder praecocinen Anpassung kann die wichtige Tatsache unterschieden werden, daß Veränderungen durch Gewohnheit und Übung um so tiefgreifender und nachhaltiger wirken, je frühzeitiger im Leben des Individuums sie

eintreten. Was man in frühester Jugend lernt und übt, sitzt viel fester und tiefer, als alle späteren Erwerbungen. Daher ist der orthodoxe Klerus der verschiedenen Kirchenreligionen von jeher bemüht gewesen, vor allem die Elementarschule unter seine absolute Herrschaft zu beugen. Je früher die vernunftwidrigen Glaubenssätze erlernt werden, desto zäheren Widerstand leisten sie allen Angriffen des Verstandes und der vernünftigen Naturerkenntnis.

Zu den direkten Anpassungen gehört ferner auch das Gesetz der abweichenden oder divergenten Anpassung. Wir verstehen darunter die Erscheinung, daß ursprünglich gleichartig angelegte Teile sich durch den Einfluß äußerer Bedingungen in verschiedener Weise ausbilden. Dieses Anpassungsgesetz ist ungemein wichtig für die Erklärung der Arbeitsteilung oder des Polymorphismus. An uns selbst können wir es sehr leicht erkennen, z. B. in der Tätigkeit unserer beiden Hände. Die rechte Hand wird meistens von uns an ganz andere Arbeiten gewöhnt, als die linke; es entsteht infolge der abweichenden Beschäftigung auch eine verschiedene Bildung der beiden Hände. Die rechte Hand, welche man gewöhnlich viel mehr braucht als die linke, zeigt stärker entwickelte Nerven, Muskeln und Knochen. Dasselbe gilt auch vom ganzen Arm. Knochen und Fleisch des rechten Arms sind bei den meisten Menschen infolge stärkeren Gebrauchs stärker und schwerer als die des linken Arms. Da nun aber der bevorzugte Gebrauch des rechten Arms bei unserer mittelländischen Menschenrasse schon seit Jahrtausenden eingebürgert und vererbt ist, so ist auch die stärkere Form und Größe des rechten Arms bereits erblich geworden. Der holländische Naturforscher P. Harting hat durch Messung und Wägung an Neugeborenen gezeigt, daß auch bei diesen der rechte Arm bereits den linken übertrifft.

Nach demselben Gesetze der divergenten Anpassung sind auch häufig die beiden Augen verschieden entwickelt. Wenn man sich z. B. als Naturforscher

gewöhnt, immer nur mit dem einen Auge (am besten mit dem linken) zu mikroskopieren, und mit dem andern nicht, so erlangt das eine Auge eine ganz andere Beschaffenheit als das andere, und diese Arbeitsteilung ist von großem Vorteil. Das eine Auge wird kurzsichtiger, geeignet für das Sehen in die Nähe, das andere Auge weitsichtiger, schärfer für den Blick in die Ferne. Wenn man dagegen abwechselnd mit beiden Augen mikroskopiert, so erlangt man nicht auf dem einen Auge den Grad der Kurzsichtigkeit, auf dem andern den Grad der Weitsichtigkeit, welchen man durch zweckmäßige Verteilung dieser verschiedenen Gesichtsfunktionen auf beide Augen erreicht. Zunächst wird auch hier wieder durch die Gewohnheit die Funktion, die Tätigkeit der ursprünglich gleich gebildeten Organe ungleich, divergent; allein die Funktion wirkt wiederum auf die Form und Struktur des Organs zurück.

Unter den Pflanzen können wir die abweichende oder divergente Anpassung besonders bei den Schlinggewächsen sehr leicht wahrnehmen. Äste einer und derselben Schlingpflanze, welche ursprünglich gleichartig angelegt sind, erhalten eine ganz verschiedene Form und Ausdehnung, einen ganz verschiedenen Krümmungsgrad und Durchmesser der Spiralwindung, je nachdem sie um einen dünneren oder dickeren Stab sich herumwinden. Ebenso ist auch die abweichende Veränderung der Formen ursprünglich gleich angelegter Teile, welche divergent nach verschiedenen Richtungen unter abweichenden äußeren Bedingungen sich entwickeln, in vielen anderen Fällen deutlich nachweisbar. Indem diese abweichende Anpassung mit der fortschreitenden Vererbung in Wechselwirkung tritt, wird sie die Ursache der Arbeitsteilung und Formspaltung der verschiedenen Organe.

Ein achtes und letztes Anpassungsgesetz können wir als das Gesetz der unbeschränkten oder unendlichen Anpassung bezeichnen. Wir wollen damit einfach ausdrücken, daß uns keine Grenze für die Ver-

änderungen der organischen Formen durch den Einfluß der äußeren Existenzbedingungen bekannt ist. Wir können von keinem einzigen Teil des Organismus behaupten, daß er nicht mehr veränderlich sei, daß, wenn man ihn unter neue äußere Bedingungen brächte, er durch diese nicht verändert werden würde. Noch niemals hat sich in der Erfahrung eine Grenze für die Abänderung nachweisen lassen. Wenn z. B. ein Organ durch Nichtgebrauch degeneriert, so geht diese Degeneration schließlich bis zum vollständigen Schwunde des Organs fort, wie es bei den Augen vieler Tiere der Fall ist. Andrerseits können wir durch fortwährende Übung, Gewohnheit und immer gesteigerten Gebrauch eines Organs dasselbe in einem Maße vervollkommnen, wie wir es von vornherein für unmöglich gehalten haben würden. Wenn man die unzivilisierten Wilden mit den Kulturvölkern vergleicht, so findet man bei jenen eine Ausbildung der Sinnesorgane, Gesicht, Geruch, Gehör, von der die Kulturvölker keine Ahnung haben. Umgekehrt ist bei den höheren Kulturvölkern das Gehirn, und somit die Geistestätigkeit in einem Grade der Vollkommenheit entwickelt, von welchem die Wilden keine Vorstellung besitzen.

Allerdings ist für jeden Organismus eine Grenze der Anpassungsfähigkeit durch den Typus seines Stammes gegeben, d. h. durch die wesentlichen Grundeigenschaften, welche von dem gemeinsamen Stammvater des Phylon durch konservative Vererbung auf alle seine Deszendenten übertragen sind. So kann z. B. niemals ein Wirbeltier statt des charakteristischen Rückenmarks der Wirbeltiere das Bauchmark der Gliedertiere sich erwerben. Allein innerhalb der erblichen Grundform, innerhalb dieses unveräußerlichen Typus, ist der Grad der Anpassungsfähigkeit unbeschränkt. Die Biegsamkeit und Flüssigkeit der organischen Form äußert sich innerhalb desselben frei nach allen Richtungen hin, und in ganz unbeschränktem Umfang. Es gibt aber einzelne Tiere, wie z. B. die durch Parasitismus rück-

gebildeten Krebstiere und Würmer, welche selbst jene Grenze des Typus überspringen und durch erstaunlich weit gehende Degeneration alle wesentlichen Charaktere ihres Stammes eingebüßt haben.

Die Anpassungsfähigkeit des Menschen selbst besteht, wie bei allen anderen Tieren, ebenfalls unbegrenzt, und da sich dieselbe beim Menschen vor allem in der Umbildung des Gehirns äußert, so läßt sich durchaus keine Grenze der Erkenntnis setzen, welche der Mensch bei weiter fortschreitender Geistesbildung nicht würde überschreiten können. Auch der menschliche Geist genießt also nach dem Gesetze der unbeschränkten Anpassung eine unendliche Perspektive für seine Vervollkommnung in der Zukunft. Aus dieser Erwägung ergibt sich die Grundlosigkeit des bekannten „Ignorabimus", welches der Berliner Physiologe Du Bois-Reymond 1872 in seiner berühmten Rede „über die Grenzen des Naturerkennens" dem Fortschritte der Wissenschaft unberechtigterweise entgegengehalten hat. Ich habe gegen dieses berüchtigte „Ignorabimus", das der klerikale Obskurantismus zu seinem Losungswort erhoben hat, schon im Vorworte zu meiner Anthropogenie (1874) Protest eingelegt, und nicht minder in meiner Schrift über „Freie Wissenschaft und freie Lehre".

Diese Bemerkungen genügen wohl, um die Tragweite der Anpassungserscheinungen hervorzuheben und ihnen das größte Gewicht zuzuschreiben. Die Anpassungsgesetze sind von ebenso großer Bedeutung wie die Vererbungsgesetze. Alle Anpassungserscheinungen lassen sich in letzter Linie zurückführen auf die Ernährungsverhältnisse des Organismus, in gleicher Weise wie die Vererbungserscheinungen in den Fortpflanzungsverhältnissen begründet sind; diese aber sowohl als jene sind weiter zurückzuführen auf chemische und physikalische Prozesse, also auf mechanische Ursachen, auf wahre Kausalität. Wir bedürfen zu ihrem Verständnis keine mystischen und übernatürlichen Kräfte, keine be-

wußte „Zielstrebigkeit“ oder Finalität, wie sie der alte und der neue Vitalismus annimmt. Lediglich durch die Wechselwirkung jener physiologischen Funktionen entstehen nach Darwins Selektionstheorie die Umbildungen der Organismen, welche die künstliche Züchtung im Kulturzustande, die natürliche Züchtung im Naturzustande hervorbringt.

ELFTER VORTRAG

Die natürliche Züchtung durch den Kampf ums Dasein. Zellularselektion und Personalselektion.

Um zu einem richtigen Verständnis des Darwinismus zu gelangen, ist es vor allem notwendig, die beiden organischen Funktionen genau ins Auge zu fassen, die wir in den letzten Vorträgen betrachtet haben, die Vererbung und die Anpassung. Wenn man nicht einerseits die rein mechanische Natur dieser beiden physiologischen Tätigkeiten und die mannigfaltige Wirkung ihrer verschiedenen Gesetze ins Auge faßt, und wenn man nicht andrerseits erwägt, wie verwickelt die Wechselwirkung dieser verschiedenen Vererbungs- und Anpassungsgesetze notwendig sein muß, so wird man nicht begreifen, daß diese beiden Funktionen für sich allein die ganze Mannigfaltigkeit der Tier- und Pflanzenformen sollen erzeugt haben; und doch ist das in der Tat der Fall. Wir sind wenigstens bis jetzt nicht imstande gewesen, andere formbildende Ursachen aufzufinden, als diese beiden; und wenn wir die notwendige und unendlich verwickelte Wechselwirkung der Vererbung und Anpassung richtig verstehen, so haben wir auch gar nicht mehr nötig, noch nach anderen unbekannten Ursachen der Umbildung der organischen Gestalten zu suchen. Jene beiden „Energieformen des Plasma" erscheinen uns dann völlig genügend.

Schon früher, lange bevor Darwin seine Selektionstheorie aufstellte, nahmen einige Naturforscher, ins-

besondere Goethe, als Ursache der organischen Formenmannigfaltigkeit die Wechselwirkung zweier verschiedener „Bildungstriebe" an, eines konservativen oder erhaltenden, und eines umbildenden oder fortschreitenden Bildungstriebes. Ersteren nannte Goethe den zentripetalen oder Spezifikationstrieb, letzteren den zentrifugalen oder den Trieb der Metamorphose. Diese beiden Triebe entsprechen vollständig den beiden Funktionen der Vererbung und der Anpassung. Die Vererbung ist die zentripetale oder innere Bildungskraft; durch sie werden die organischen Formen in ihrer Art erhalten, die Nachkommen den Eltern gleich gestaltet, und Generationen hindurch immer Gleichartiges erzeugt. Die Anpassung dagegen, welche der Vererbung entgegenwirkt, ist die zentrifugale oder äußere Bildungskraft; durch die veränderlichen Einflüsse der Außenwelt werden neue organische Formen aus den vorhandenen geschaffen, und die Konstanz der Spezies, die Beständigkeit der Art, schließlich aufgehoben. Je nachdem die Vererbung oder die Anpassung das Übergewicht erhält, bleibt die Speziesform beständig oder sie bildet sich in eine neue Art um. Der in jedem Augenblick stattfindende Grad der Formbeständigkeit bei den verschiedenen Tier- und Pflanzenarten ist einfach das notwendige Resultat des augenblicklichen Übergewichts, welches die eine dieser beiden Bildungskräfte oder physiologischen Funktionen über die andere erlangt hat.

Wenn wir nun zurückkehren zu der Betrachtung des Züchtungsvorganges, der Auslese oder Selektion, die wir bereits im siebenten Vortrage in ihren Grundzügen untersuchten, so werden wir jetzt um so klarer und bestimmter erkennen, daß sowohl die künstliche als die natürliche Züchtung einzig und allein auf der Wechselwirkung dieser beiden formbildenden Kräfte der Organismen beruhen. Wenn Sie die Tätigkeit des künstlichen Züchters, des Landwirts oder Gärtners scharf ins Auge fassen, so erkennen Sie, daß nur jene beiden Bildungskräfte von ihm zur Hervor-

bringung neuer Formen benutzt werden. Die ganze Wirkung der künstlichen Zuchtwahl beruht eben nur auf einer denkenden und vernünftigen Anwendung der Vererbungs- und Anpassungsgesetze, auf einer kunstvollen und planmäßigen Benutzung und Regulierung derselben. Dabei ist der vervollkommnete menschliche Wille die auslesende, züchtende Kraft.

Ganz ähnlich verhält sich die natürliche Züchtung. Auch diese benutzt bloß jene beiden organischen Bildungskräfte, die physiologischen Funktionen der Anpassung und Vererbung, um die verschiedenen Arten oder Spezies hervorzubringen. Dasjenige züchtende Prinzip aber, diejenige auslesende Kraft, welche bei der künstlichen Züchtung durch den planmäßig wirkenden und bewußten Willen des Menschen vertreten wird, ist bei der natürlichen Züchtung der planlos wirkende und unbewußte Kampf ums Dasein. Was wir unter „Kampf ums Dasein" verstehen, haben wir im siebenten Vortrage bereits auseinandergesetzt. Gerade die Erkenntnis seiner Bedeutung ist eines der größten Verdienste Darwins. Da aber dieses Verhältnis sehr häufig unvollkommen oder falsch verstanden wird, ist es notwendig, dasselbe jetzt noch näher ins Auge zu fassen und an einigen Beispielen die Wirksamkeit des Kampfes ums Dasein und seinen Anteil an der natürlichen Züchtung zu erläutern.

Wir gingen bei der Betrachtung des Kampfes ums Dasein von der Tatsache aus, daß die Zahl der Keime, welche alle Tiere und Pflanzen erzeugen, unendlich viel größer ist, als die Zahl der Individuen, welche wirklich in das Leben treten und sich längere oder kürzere Zeit am Leben erhalten können. Die meisten Organismen erzeugen während ihres Lebens Tausende oder Millionen von Keimen, aus deren jedem sich unter günstigen Umständen ein Individuum entwickeln könnte. Bei den meisten Tieren und Pflanzen sind diese Keime echte Eier, d. h. Zellen, welche zu ihrer weiteren Entwicklung der geschlechtlichen Befruchtung bedürfen. Dagegen

pflanzen sich viele Protisten, viele von den einzelligen niedersten Organismen bloß ungeschlechtlich fort; ihre Keimzellen oder Sporen bedürfen keiner Befruchtung. In allen Fällen steht die Zahl sowohl dieser ungeschlechtlichen als jener geschlechtlichen Keime in gar keinem Verhältnis zu der relativ geringen Zahl der wirklich lebenden Individuen, welche zu voller Reife gelangen.

Im großen und ganzen genommen, bleibt die Zahl der lebenden Tiere und Pflanzen auf unserer Erde durchschnittlich fast dieselbe. Die Zahl der Stellen im Naturhaushalt ist beschränkt, und an den meisten Punkten der Erdoberfläche sind diese Stellen immer annähernd besetzt. Gewiß finden überall in jedem Jahre Schwankungen in der absoluten und in der relativen Individuenzahl aller Arten statt. Allein im großen und ganzen genommen, werden diese Schwankungen nur geringe Bedeutung haben gegenüber der Tatsache, daß die Gesamtzahl aller Individuen durchschnittlich beinahe konstant bleibt. Der Wechsel, der überall stattfindet, besteht darin, daß in einem Jahre diese und im anderen Jahre jene Reihe von Tieren und Pflanzen überwiegt, und daß in jedem Jahre der Kampf ums Dasein dieses Verhältnis wieder etwas anders gestaltet.

Jede einzelne Art von Tieren und Pflanzen würde in kurzer Zeit die ganze Erdoberfläche dicht bevölkert haben, wenn sie nicht mit einer Menge von Feinden und feindlichen Einflüssen zu kämpfen hätte. Schon Linné berechnete, daß, wenn eine einjährige Pflanze nur zwei Samen hervorbrächte (und es gibt keine, die so wenig erzeugt), sie in 20 Jahren schon eine Million Individuen geliefert haben würde. Darwin berechnete vom Elefanten, der sich am langsamsten von allen Tieren zu vermehren scheint, daß in 500 Jahren die Nachkommenschaft eines einzigen Paares bereits 15 Millionen Individuen betragen würde, vorausgesetzt, daß jeder Elefant während der Zeit seiner Fruchtbarkeit (vom 30. bis 90. Jahre) nur drei Paar Junge erzeugte. Ebenso würde die Zahl der

Menschen, wenn man die mittlere Fortpflanzungszahl zugrunde legt und wenn keine Hindernisse der natürlichen Vermehrung im Wege stünden, bereits in 25 Jahren sich verdoppelt haben. In jedem Jahrhundert würde die Gesamtzahl der menschlichen Bevölkerung um das sechzehnfache gestiegen sein. Nun wächst aber bekanntlich die Gesamtzahl der Menschen nur sehr langsam, und die Zunahme der Bevölkerung ist in verschiedenen Gegenden verschieden. Während europäische Stämme sich über den ganzen Erdball ausbreiten, gehen andere Stämme zugrunde; ja sogar ganze Arten oder Rassen des Menschengeschlechts gehen mit jedem Jahre mehr ihrem völligen Aussterben entgegen. Dies gilt namentlich von den Rothäuten Amerikas und ebenso von den schwarzbraunen Eingeborenen Australiens. Selbst wenn diese Völker sich reichlicher fortpflanzten, als die weiße Menschenart Europas, würden sie dennoch früher oder später der letzteren im Kampfe ums Dasein erliegen. Von allen menschlichen Individuen aber, ebenso wie von allen übrigen Organismen, geht bei weitem die überwiegende Mehrzahl in der frühesten Lebenszeit zugrunde. Von der ungeheuren Masse von Keimen, die jede Art erzeugt, gelangen nur sehr wenige wirklich zur Entwicklung, und von diesen wenigen ist es wieder nur ein ganz kleiner Bruchteil, welcher das Alter erreicht, in dem er sich fortpflanzen kann.

Aus diesem Mißverhältnis zwischen der ungeheuren Überzahl der organischen Keime und der geringen Anzahl von auserwählten Individuen, die wirklich neben- und miteinander fortbestehen können, folgt mit Notwendigkeit der allgemeine Kampf ums Dasein, das beständige Ringen um die Existenz, der unaufhörliche Wettkampf um die Lebensbedürfnisse; ich habe Ihnen bereits im siebenten Vortrage ein Bild davon entworfen. Dieser Kampf ums Dasein ist es, welcher die natürliche Zuchtwahl ausübt, welcher die Wechselwirkung der Vererbung und Anpassung züchtend benutzt und dadurch an einer be-

ständigen Umbildung aller organischen Formen arbeitet. Immer werden in jenem Kampf um die Erlangung der notwendigen Existenzbedingungen diejenigen Individuen ihre Nebenbuhler besiegen, welche irgendeine individuelle Begünstigung, irgendeine vorteilhafte Eigenschaft besitzen, die ihren Mitbewerbern fehlt.

Freilich können wir nur in den wenigsten Fällen, nur bei näher bekannten Tieren und Pflanzen, uns eine ungefähre Vorstellung von der unendlich komplizierten Wechselwirkung der zahlreichen Verhältnisse machen, welche alle hierbei in Frage kommen. Denken Sie nur daran, wie unendlich mannigfaltig und verwickelt die Beziehungen jedes einzelnen Menschen zu den übrigen und überhaupt zu der ihn umgebenden Außenwelt sind. Ähnliche Beziehungen walten aber auch zwischen allen Tieren und Pflanzen, die an einem Orte miteinander leben. Alle wirken gegenseitig, aktiv oder passiv, aufeinander ein. Jedes Tier kämpft, wie jede Pflanze, direkt mit einer Anzahl von Nebenbuhlern und von Feinden. Die zusammenstehenden Pflanzen kämpfen miteinander um den Bodenraum, den ihre Wurzeln bedürfen, um die notwendige Menge von Licht, Luft, Feuchtigkeit usw. Ebenso ringen die Tiere eines jeden Bezirks miteinander um ihre Nahrung, Wohnung usw. In diesem äußerst lebhaften und verwickelten Kampf wird jeder noch so kleine persönliche Vorzug, jeder individuelle Vorteil möglicherweise den Ausschlag zugunsten seines Besitzers geben. Dieses bevorzugte einzelne Individuum bleibt im Kampfe Sieger und pflanzt sich fort, während seine Mitbewerber zugrunde gehen, ehe sie zur Fortpflanzung gelangen. Der persönliche Vorzug, welcher ihm den Sieg verlieh, wird auf seine Nachkommen vererbt und kann durch weitere Befestigung und Vervollkommnung die Ursache zur Bildung einer neuen Art werden.

Die unendlich verwickelten Wechselbeziehungen, welche zwischen den Organismen eines jeden Bezirks bestehen und welche als die eigentlichen Be-

dingungen des Kampfes ums Dasein angesehen werden müssen, sind uns größtenteils unbekannt und meistens auch sehr schwierig zu erforschen. Nur in einzelnen Fällen haben wir dieselben bisher zu einem gewissen Grade verfolgen können, so z. B. in dem bekannten, von Darwin angeführten Beispiel von den Beziehungen der Katzen zum roten Klee in England. Die rote Kleeart (Trifolium pratense), welche in England eines der vorzüglichsten Futterkräuter für das Rindvieh bildet, bedarf, um zur Samenbildung zu gelangen, des Besuchs der Hummeln. Indem diese Insekten den Honig aus dem Grunde der Kleeblüte saugen, bringen sie den Blütenstaub mit der Narbe in Berührung und vermitteln so die Befruchtung der Blüte, welche ohne sie niemals erfolgt. Darwin hat durch Versuche gezeigt, daß roter Klee, den man von dem Besuche der Hummeln absperrt, keinen einzigen Samen liefert. Die Zahl der Hummeln ist bedingt durch die Zahl ihrer Feinde, unter denen die Feldmäuse die verderblichsten sind. Je mehr die Feldmäuse überhand nehmen, desto weniger wird der Klee befruchtet. Die Zahl der Feldmäuse ist wiederum von der Zahl ihrer Feinde abhängig, zu denen namentlich die Katzen gehören. Daher gibt es in der Nähe der Dörfer und Städte, wo viele Katzen gehalten werden, besonders viel Hummeln. Eine große Zahl von Katzen ist also offenbar von großem Vorteil für die Befruchtung des Klees. Man kann nun, wie Karl Vogt gezeigt hat, an dieses Beispiel noch weitere Erwägungen anknüpfen. Denn das Rindvieh, welches sich von dem roten Klee nährt, ist eine der wichtigsten Grundlagen des Wohlstandes von England. Die Engländer konservieren ihre körperlichen und geistigen Kräfte vorzugsweise dadurch, daß sie sich größtenteils von trefflichem Fleisch, namentlich ausgezeichnetem Roastbeef und Beefsteak nähren. Dieser vorzüglichen Fleischnahrung verdanken die Briten zum großen Teil das Übergewicht ihres Gehirns und Geistes über andere Nationen. Offenbar ist dieses aber indirekt abhängig

von den Katzen, welche die Feldmäuse verfolgen. Man kann auch mit Huxley auf die alten Jungfern zurückgehen, welche vorzugsweise die Katzen hegen und pflegen und somit für die Befruchtung des Klees und den Wohlstand Englands von hoher Wichtigkeit sind. An diesem Beispiele können Sie erkennen, daß, je weiter man dasselbe verfolgt, desto größer der Kreis der Wirkungen und der Wechselbeziehungen wird. Man kann aber mit Bestimmtheit behaupten, daß bei jeder Pflanze und bei jedem Tiere eine Masse solcher Wechselbeziehungen existieren. Nur sind wir selten imstande, die Kette derselben so herzustellen und so im Zusammenhang zu übersehen, wie es hier wenigstens annähernd der Fall ist.

Ein anderes merkwürdiges Beispiel von wichtigen Wechselbeziehungen ist nach Darwin folgendes: In Paraguay finden sich keine verwilderten Rinder und Pferde, wie in den benachbarten Teilen Südamerikas, nördlich und südlich von Paraguay. Dieser auffallende Umstand erklärt sich einfach dadurch, daß in jenem Lande eine kleine Fliege sehr häufig ist, welche die Gewohnheit hat, ihre Eier in den Nabel der neugeborenen Rinder und Pferde zu legen. Die neugeborenen Tiere sterben infolge dieses Eingriffs, und jene kleine gefürchtete Fliege ist also die Ursache, daß die Rinder und Pferde in diesem Distrikt niemals verwildern. Angenommen, daß durch irgendeinen insektenfressenden Vogel jene Fliege zerstört würde, so würden in Paraguay ebenso wie in den benachbarten Teilen Südamerikas diese großen Säugetiere massenhaft verwildern; und da dieselben eine Menge von bestimmten Pflanzenarten verzehren, würde die ganze Flora, und infolge davon wiederum die ganze Fauna dieses Landes eine andere werden. Daß dadurch zugleich auch die ganze Ökonomie und somit der Charakter der menschlichen Bevölkerung sich ändern würde, braucht nicht erst gesagt zu werden. Ähnliches gilt von der Tse-Tse-Fliege in Afrika.

So kann das Gedeihen oder selbst die Existenz ganzer Völkerschaften durch eine einzige kleine, an

sich höchst unbedeutende Tier- und Pflanzenform indirekt bedingt werden. Es gibt kleine ozeanische Inseln, deren menschliche Bewohner wesentlich nur von einer Palmenart leben. Die Befruchtung dieser Palme wird vorzüglich durch Insekten vermittelt, die den Blütenstaub von den männlichen auf die weiblichen Palmbäume übertragen. Die Existenz dieser nützlichen Insekten wird durch insektenfressende Vögel gefährdet, die ihrerseits wieder von Raubvögeln verfolgt werden. Die Raubvögel aber unterliegen oft dem Angriffe einer kleinen parasitischen Milbe, die sich zu Millionen in ihrem Federkleide entwickelt. Dieser kleine gefährliche Parasit kann wiederum durch parasitische Pilze getötet werden. Pilze, Raubvögel und Insekten würden in diesem Falle das Gedeihen der Palmen und somit der Menschen begünstigen, Vogelmilben und insektenfressende Vögel dagegen gefährden.

Interessante Beispiele für die Veränderung der Wechselbeziehungen im Kampf ums Dasein liefern auch jene isolierten und von Menschen unbewohnten ozeanischen Inseln, auf denen zu verschiedenen Malen von Seefahrern Ziegen oder Schweine ausgesetzt wurden. Diese Tiere verwilderten und nahmen an Zahl aus Mangel an Feinden bald so übermäßig zu, daß die ganze übrige Tier- und Pflanzenbevölkerung darunter litt; schließlich verödete die Insel beinahe, weil den großen, zu massenhaft sich vermehrenden Säugetieren die hinreichende Nahrung fehlte. In einigen Fällen wurden auf einer solchen von Ziegen oder Schweinen übervölkerten Insel später von anderen Seefahrern ein Paar Hunde ausgesetzt; da diese sich im Futterüberfluß sehr wohl befanden, vermehrten sie sich sehr rasch. Bald aber räumten sie so furchtbar unter den Herden auf, daß nach einer Anzahl von Jahren den Hunden selbst das Futter fehlte, und auch sie beinahe ausstarben. So wechselt beständig in der Ökonomie der Natur das Gleichgewicht der Arten, je nachdem die eine oder andere Art sich auf Kosten der übrigen vermehrt.

In den meisten Fällen sind freilich die Beziehungen der verschiedenen Tier- und Pflanzenarten zueinander viel zu verwickelt, als daß wir ihnen nachkommen könnten, und ich überlasse es Ihrem eigenen Nachdenken, sich auszumalen, welches unendlich verwickelte Getriebe an jeder Stelle der Erde infolge dieses Kampfes stattfinden muß. In letzter Instanz sind die Ursachen, welche den Kampf bedingen, und welche den Kampf an allen verschiedenen Stellen verschieden gestalten und modifizieren, die Triebfedern der Selbsterhaltung, und zwar sowohl der Erhaltungstrieb der Individuen (Ernährungstrieb), als der Erhaltungstrieb der Arten (Fortpflanzungstrieb). Diese beiden Grundtriebe der organischen Selbsterhaltung sind es, von denen sogar Schiller, der Idealist (nicht Goethe, der Realist!) sagt:

„Einstweilen bis den Bau der Welt
„Philosophie zusammenhält,
„Erhält sich ihr Getriebe
„Durch Hunger und durch Liebe."

Diese beiden mächtigen Grundtriebe, Hunger und Liebe, sind es, welche durch ihre verschiedene Ausbildung in den verschiedenen Arten den Kampf ums Dasein so ungemein mannigfaltig gestalten, und welche den Erscheinungen der Vererbung und Anpassung zugrunde liegen. Wir konnten alle Vererbung auf die Fortpflanzung, alle Anpassung auf die Ernährung als die physiologische Grundursache zurückführen.

Der Kampf ums Dasein wirkt bei der natürlichen Züchtung ebenso züchtend oder auslesend, wie der Wille des Menschen bei der künstlichen Züchtung. Aber dieser wirkt planmäßig und bewußt, jener planlos und unbewußt. Dieser wichtige Unterschied zwischen der künstlichen und natürlichen Züchtung verdient besondere Beachtung. Denn wir lernen hierdurch verstehen, warum zweckmäßige Einrichtungen ebenso durch zwecklos wirkende mechanische Ursachen, wie durch zweckmäßig tätige Endursachen

erzeugt werden können. Die Produkte der natürlichen Züchtung sind ebenso und noch mehr zweckmäßig eingerichtet, wie die Kunstprodukte des Menschen, und dennoch verdanken sie ihre Entstehung nicht einer zweckmäßig tätigen Schöpferkraft, sondern einem unbewußt und planlos wirkenden mechanischen Verhältnisse. Wenn man nicht tiefer über die Wechselwirkung der Vererbung und Anpassung unter dem Einflusse des Kampfes ums Dasein nachgedacht hat, so kann man nicht solche Erfolge von diesem natürlichen Züchtungsprozeß erwarten, wie derselbe in der Tat liefert. Es ist daher wohl angemessen, hier ein paar besonders einleuchtende Beispiele von der Wirksamkeit der natürlichen Züchtung anzuführen.

Lassen Sie uns zunächst die von Darwin hervorgehobene gleichfarbige Zuchtwahl oder die sogenannte „sympathische Farbenwahl" der Tiere betrachten. Schon frühere Naturforscher haben es sonderbar gefunden, daß zahlreiche Tiere im großen und ganzen dieselbe Färbung zeigen wie der Wohnort, oder die Umgebung, in der sie sich beständig aufhalten. So sind z. B. die Blattläuse und viele andere auf Blättern lebende Insekten grün gefärbt. Die Wüstenbewohner: Springmäuse, Wüstenfüchse, Gazellen, Löwen usw. sind meist gelb oder gelblichbraun gefärbt, wie der Sand der Wüste. Die Polartiere, welche auf Eis und Schnee leben, sind weiß oder grau, wie Eis und Schnee. Viele von diesen ändern ihre Färbung im Sommer und Winter. Im Sommer, wenn der Schnee teilweis vergeht, wird das Fell dieser Polartiere graubraun oder schwärzlich wie der nackte Erdboden, während es im Winter wieder weiß wird. Schmetterlinge und Kolibris, welche die bunten, glänzenden Blüten umschweben, gleichen diesen in Färbung und Zeichnung. Darwin erklärt nun diese auffallende Tatsache ganz einfach dadurch, daß eine solche Färbung, die mit der des Wohnortes übereinstimmt, den betreffenden Tieren von größtem Nutzen ist. Wenn diese Tiere Raub-

tiere sind, so werden sie sich dem Gegenstand ihres Appetits viel sicherer und unbemerkter nähern können, und ebenso werden die von ihnen verfolgten Tiere viel leichter entfliehen können, wenn sie sich in der Färbung möglichst wenig von ihrer Umgebung unterscheiden. Wenn also ursprünglich eine Tierart in allen Farben variierte, so werden diejenigen Individuen, deren Farbe am meisten derjenigen ihrer Umgebung glich, im Kampf ums Dasein am meisten begünstigt gewesen sein. Sie blieben unbemerkter, erhielten sich und pflanzten sich fort, während die anders gefärbten Individuen oder Spielarten ausstarben.

Aus derselben gleichfarbigen Zuchtwahl habe ich in meiner „Generellen Morphologie" versucht, die merkwürdige Wasserähnlichkeit der pelagischen Glastiere zu erklären, die wunderbare Tatsache, daß die Mehrzahl der pelagischen Tiere, d. h. derer, welche an der Oberfläche der offenen See leben, bläulich oder ganz farblos und glasartig durchsichtig ist, wie das Wasser selbst. Solche farblose, glasartige Tiere kommen in den verschiedensten Klassen vor. Es gehören dahin unter den Fischen die Helmichthyiden, die Larven der Aale, durch deren glashellen Körper hindurch man die Schrift eines Buches lesen kann; unter den Weichtieren die Flossenschnecken und Kielschnecken; unter den Würmern die Alciope und Sagitta; unter den Manteltieren die Salpen und Seetönnchen; ferner sehr zahlreiche pelagische Krebstiere (Krustazeen) und der größte Teil der Medusen (Schirmquallen, Kammquallen usw.). Alle diese pelagischen Tiere, welche an der Oberfläche des offenen Meeres schwimmen, sind glasartig durchsichtig und farblos, wie das Wasser selbst, während ihre nächsten Verwandten, die auf dem Grunde des Meeres leben, gefärbt und undurchsichtig wie die Landbewohner sind. Auch diese merkwürdige Tatsache läßt sich ebenso wie die sympathische Färbung der Landbewohner durch die natürliche Züchtung erklären. Unter den Voreltern der pelagischen Glas-

tiere, welche einen verschiedenen Grad von Farblosigkeit und Durchsichtigkeit zeigten, werden diejenigen, welche am meisten farblos und durchsichtig waren, offenbar in dem lebhaften, an der Meeresoberfläche waltenden Kampf ums Dasein am meisten begünstigt gewesen sein. Sie konnten sich ihrer Beute am leichtesten unbemerkt nähern, und wurden selbst von ihren Feinden am wenigsten bemerkt. So konnten sie sich leichter erhalten und fortpflanzen, als ihre mehr gefärbten und undurchsichtigen Verwandten. Schließlich erreichte dann, durch gehäufte Anpassung und Vererbung, durch natürliche Auslese im Laufe vieler Generationen, der Körper denjenigen Grad von glasartiger Durchsichtigkeit und Farblosigkeit, den wir gegenwärtig an den zahlreichen pelagischen Glastieren bewundern.

Nicht minder interessant und lehrreich, als die gleichfarbige Zuchtwahl, ist diejenige Art der natürlichen Züchtung, welche Darwin die sexuelle oder geschlechtliche Zuchtwahl nennt; durch sie wird besonders die Entstehung der sogenannten „sekundären Sexualcharaktere" erklärt. Wir haben diese untergeordneten Geschlechtscharaktere, die in so vieler Beziehung lehrreich sind, schon früher erwähnt; wir verstanden darunter solche Eigentümlichkeiten der Tiere und Pflanzen, welche bloß einem der beiden Geschlechter zukommen, und welche nicht in unmittelbarer Beziehung zu der Fortpflanzungstätigkeit selbst stehen. Solche sekundäre Geschlechtscharaktere kommen in großer Mannigfaltigkeit bei höheren Tieren vor. Sie wissen alle, wie auffallend sich bei vielen Vögeln und Schmetterlingen die beiden Geschlechter durch Größe und Färbung unterscheiden. Meistens ist hier das Männchen das größere und schönere Geschlecht. Oft besitzt dasselbe besondere Zierate oder Waffen, wie z. B. der Sporn und Federkragen des Hahns, das Geweih der männlichen Hirsche und Rehe usw. Alle diese Eigentümlichkeiten des einen Geschlechts haben mit der Fortpflanzung selbst, welche durch die „primären Sexual-

charaktere", die eigentlichen Geschlechtsorgane, vermittelt wird, unmittelbar nichts zu tun.

Die Entstehung dieser merkwürdigen „sekundären Sexualcharaktere" erklärt nun Darwin einfach durch die Auslese oder Selektion, welche bei der Fortpflanzung der Tiere geschieht. Bei den meisten Tieren ist die Zahl der Individuen beiderlei Geschlechts mehr oder weniger ungleich; entweder ist die Zahl der weiblichen oder die der männlichen Individuen größer, und wenn die Fortpflanzungszeit herannaht, findet in der Regel ein Kampf zwischen den betreffenden Nebenbuhlern um Erlangung der Tiere des anderen Geschlechts statt. Es ist bekannt, mit welcher Kraft und Heftigkeit gerade bei den höchsten Tieren, bei den Säugetieren und Vögeln, besonders bei den in Polygamie lebenden, dieser Kampf gefochten wird. Bei den Hühnervögeln, wo auf einen Hahn zahlreiche Hennen kommen, findet zur Erlangung eines möglichst großen Harems ein lebhafter Kampf zwischen den mitbewerbenden Hähnen statt. Dasselbe gilt von vielen Wiederkäuern. Bei den Hirschen und Rehen z. B. entstehen zur Zeit der Fortpflanzung gefährliche Kämpfe zwischen den Männchen um den Besitz der Weibchen. Der sekundäre Sexualcharakter, welcher hier die Männchen auszeichnet, das Geweih der Hirsche und Rehe, das den Weibchen fehlt, ist nach Darwin die Folge jenes Kampfes. Hier ist also nicht, wie beim Kampf um die individuelle Existenz, die Selbsterhaltung, sondern die Erhaltung der Art, die Fortpflanzung, das Motiv und die bestimmende Ursache des Kampfes. Es gibt eine ganze Menge von Waffen, die in dieser Weise von den Tieren erworben wurden, sowohl passive Schutzwaffen als aktive Angriffswaffen. Eine solche Schutzwaffe ist zweifelsohne die Mähne des Löwen, die dem Weibchen abgeht; sie ist bei den Bissen, die die männlichen Löwen sich am Halse beizubringen suchen, wenn sie um die Weibchen kämpfen, ein tüchtiges Schutzmittel; und daher sind die mit der stärksten Mähne versehenen Männchen

in dem sexuellen Kampfe am meisten begünstigt. Eine ähnliche Schutzwaffe ist die Wamme des Stieres und der Federkragen des Hahns. Aktive Angriffswaffen sind dagegen das Geweih des Hirsches, der Hauzahn des Ebers, der Sporn des Hahns und der entwickelte Oberkiefer des männlichen Hirschkäfers; alles Instrumente, welche beim Kampfe der Männchen um die Weibchen zur Vernichtung oder Vertreibung der Nebenbuhler dienen.

In den letzterwähnten Fällen sind es die unmittelbaren Vernichtungskämpfe der Nebenbuhler, welche die Entstehung des sekundären Sexualcharakters bedingen. Außer diesen unmittelbaren Vernichtungskämpfen sind aber bei der geschlechtlichen Auslese auch die mehr mittelbaren Wettkämpfe von großer Wichtigkeit, welche auf die Nebenbuhler nicht minder umbildend einwirken. Diese bestehen vorzugsweise darin, daß das werbende Geschlecht dem anderen zu gefallen sucht: durch äußeren Putz, durch Schönheit oder durch eine melodische Stimme. Unzweifelhaft ist die schöne Stimme der Singvögel wesentlich auf diesem Wege entstanden. Bei vielen Vögeln findet ein wirklicher Sängerkrieg zwischen den Männchen statt, die um den Besitz der Weibchen kämpfen. Von mehreren Singvögeln weiß man, daß zur Zeit der Fortpflanzung die Männchen sich zahlreich vor den Weibchen versammeln und vor ihnen ihren Gesang erschallen lassen, und daß dann die Weibchen denjenigen Sänger, welcher ihnen am besten gefällt, zu ihrem Gemahl erwählen. Bei anderen Singvögeln lassen die einzelnen Männchen in der Einsamkeit des Waldes ihren Gesang ertönen, um die Weibchen anzulocken, und diese folgen dem anziehendsten Locktone. Ein ähnlicher musikalischer Wettkampf, der allerdings weniger melodisch ist, findet bei den Zikaden und Heuschrecken statt. Bei den Zikaden hat das Männchen am Unterleib zwei trommelartige Instrumente und erzeugt damit die scharfen zirpenden Töne, welche die alten Griechen seltsamerweise als schöne Musik priesen. Bei den

Heuschrecken bringen die Männchen, teils indem sie die Hinterschenkel wie Violinbogen an den Flügeldecken reiben, teils durch Reiben der Flügeldecken aneinander, Töne hervor, die für uns allerdings nicht melodisch sind, die aber den weiblichen Heuschrecken so gut gefallen, daß sie die am besten geigenden Männchen sich aussuchen.

Bei anderen Insekten und Vögeln ist es nicht der Gesang oder überhaupt die musikalische Leistung, sondern der Putz oder die Schönheit des einen Geschlechts, welches das andere anzieht. So finden wir, daß bei den meisten Hühnervögeln die Hähne durch Hautlappen auf dem Kopfe sich auszeichnen, oder durch einen schönen Schweif, den sie radartig ausbreiten, wie z. B. der Pfau und der Truthahn. Auch der prachtvolle Schweif des Paradiesvogels ist eine ausschließliche Zierde des männlichen Geschlechts. Ebenso zeichnen sich bei sehr vielen anderen Vögeln und bei sehr vielen Insekten, namentlich Schmetterlingen, die Männchen durch besondere Farben oder andere Zierden vor den Weibchen aus. Offenbar sind dieselben Produkte der sexuellen Züchtung. Da den Weibchen diese Reize und Verzierungen fehlen, so müssen wir schließen, daß dieselben von den Männchen im Wettkampf um die Weibchen erst allmählich erworben worden sind, wobei die Weibchen auslesend wirkten.

Die Anwendung dieses interessanten Schlusses auf die menschliche Gesellschaft können Sie sich selbst leicht im einzelnen ausmalen. Offenbar sind auch hier dieselben Ursachen bei der Ausbildung der sekundären Sexualcharaktere wirksam gewesen. Ebensowohl die Vorzüge, welche den Mann, als diejenigen, welche das Weib auszeichnen, verdanken ihren Ursprung ganz gewiß größtenteils der sexuellen Auslese des anderen Geschlechts. Im Altertum und im Mittelalter, besonders in der romantischen Ritterzeit, waren es die unmittelbaren Vernichtungskämpfe, die Turniere und Duelle, welche die Brautwahl vermittelten; der Stärkere führte die Braut heim. In

neuerer Zeit dagegen sind die mittelbaren Wettkämpfe der Nebenbuhler beliebter, welche mittels musikalischer Leistungen, Spiel und Gesang, oder mittels körperlicher Reize, natürlicher Schönheit oder künstlichen Putzes, in unseren sogenannten „feinen" und „hochzivilisierten" Gesellschaften angekämpft werden. Bei weitem am wichtigsten aber von diesen verschiedenen Formen der Geschlechtswahl des Menschen ist die am meisten veredelte Form derselben, nämlich die psychische Auslese, bei welcher die geistigen Vorzüge des einen Geschlechtes bestimmend auf die Wahl des anderen einwirken. Indem der am höchsten veredelte Kulturmensch sich bei der Wahl der Lebensgefährtin Generationen hindurch von den Seelenvorzügen derselben leiten ließ, und diese auf die Nachkommenschaft vererbte, half er mehr, als durch vieles andere, die tiefe Kluft schaffen, welche ihn gegenwärtig von den rohesten Naturvölkern und von unseren gemeinsamen tierischen Voreltern trennt. Überhaupt ist die Rolle, welche die gesteigerte sexuelle Zuchtwahl, und ebenso die Rolle, welche die vorgeschrittene Arbeitsteilung zwischen beiden Geschlechtern beim Menschen spielt, höchst bedeutend; und ich glaube, daß hierin eine der mächtigsten Ursachen zu suchen ist, welche die phylogenetische Entstehung und die historische Entwicklung des Menschengeschlechts bewirkten. Darwin hat in seinem 1871 erschienenen, höchst interessanten Werke über „die Abstammung des Menschen und die geschlechtliche Zuchtwahl" diesen Gegenstand in der geistreichsten Weise erörtert, und durch die merkwürdigsten Beispiele erläutert.

Die außerordentlich hohe Bedeutung, welche der Kampf ums Dasein und die durch ihn bewirkte natürliche Zuchtwahl für die Entwicklung der organischen Welt besitzen, ist im Verlaufe der letzten vier Jahrzehnte, seit Darwins Entdeckung derselben, immer mehr anerkannt worden. Allein gewöhnlich denkt man dabei nur an die Lebens- und Bildungsverhältnisse der selbständigen Einzelwesen. Nicht

weniger wichtig aber, ja im Grunde noch von viel höherer und allgemeinerer Bedeutung, ist der Kampf ums Dasein, welcher überall und jederzeit zwischen allen Formbestandteilen dieser Einzelwesen stattfindet; die Umbildung dieser letzteren ist ja eigentlich erst das Gesamtergebnis aus der besonderen Entwicklung aller ihrer Bestandteile.

Darwin selbst ist auf diese elementaren Strukturumbildungen nicht näher eingegangen. Die erste umfassende Darstellung und kritische Beleuchtung derselben hat 1881 Professor Wilhelm Roux gegeben in seinem ausgezeichneten Werke: „Der Kampf der Teile im Organismus, ein Beitrag zur Vervollständigung der mechanischen Zweckmäßigkeitslehre". Im ersten Abschnitt desselben wird die funktionelle Anpassung der Organe und die Erblichkeit ihrer Wirkungen erörtert, insbesondere die funktionelle Selbstgestaltung der zweckmäßigen Struktur, als eine notwendige Wirkung des vermehrten oder verminderten Gebrauches. Im zweiten Abschnitt wird der Kampf der Teile im Organismus selbst näher untersucht und gezeigt, wie aus der Ungleichheit der Teile, aus den ungleichen Verhältnissen ihrer Tätigkeit und Ernährung, ihres Stoffwechsels und Wachstums, notwendig von selbst ein Kampf derselben ums Dasein folgen muß; und zwar gilt dies ganz ebenso von den einzelnen Organen und den sie zusammensetzenden Geweben, als von den einzelnen Zellen, welche die Organe zusammensetzen, und schließlich selbst von den aktiven Molekülen, welche das Plasma der Zellen und ihrer Kerne zusammensetzen (Plastidulen oder Micellen). Von größter Bedeutung ist hierbei die Wechselbeziehung zwischen der Arbeitsleistung (oder physiologischen Funktion) jedes einzelnen Teiles und seiner Ernährung. Indem jeder funktionelle Reiz auf den Stoffwechsel des tätigen Teiles zurückwirkt und somit eine „trophische Wirkung" ausübt, bewirkt er zugleich Veränderungen in seiner Form und Struktur (oder morphologische Differenzierungen). Es läßt sich somit, wie ich schon

1866 in meiner Generellen Morphologie behauptet hatte, die Anpassung im weitesten Sinne auf die Lebenstätigkeit der Ernährung zurückführen.

An zahlreichen einleuchtenden Beispielen weist Roux nach, wie durch verstärkte Tätigkeit die besondere Leistungsfähigkeit der Organe erhöht, durch verminderte Arbeit umgekehrt herabgesetzt wird (im Sinne von Lamarck), und wie ferner durch die Einwirkung funktioneller Reize das Zweckmäßige in höchst denkbarer Vollkommenheit direkt mechanisch hervorgebracht und gestaltet wird, ohne daß irgendeine zwecktätige Endursache dabei ins Spiel kommt. So erklärt sich höchst einfach die bewunderungswürdige und höchst zweckmäßige Vollkommenheit im feineren Bau der Knochen, der Muskeln, der Blutgefäße usw. Die feinen Stützbälkchen der Knochen verlaufen in der Richtung des stärksten Druckes und Zuges und erreichen so mit der geringsten Menge von Material die höchste Stützkraft; die feinen Fasern der Muskeln, welche das Fleisch zusammensetzen, verlaufen nur in der Richtung, in welcher ihre Zusammenziehung stattfindet; und wenn muskulöse Röhren (z. B. der Darm, die Blutgefäße) sich in zwei Richtungen zusammenziehen, der Länge und der Quere nach, so ordnen sich die Muskelfasern bloß in diesen beiden Richtungen. Ebenso ist aber auch die feinere Struktur der Nerven, der Blutgefäße, der Drüsen usw. auf das Zweckmäßigste ihrer Tätigkeit angepaßt. Rein mechanisch betrachtet, erscheinen ihre Strukturverhältnisse als Einrichtungen von denkbar vollkommenster Zweckmäßigkeit; und dennoch sind dieselben ohne vorbedachten Zweck entstanden, vielmehr rein mechanisch durch die eigene Tätigkeit der Organe selbst (unter Vermittlung ihrer funktionellen Reize) hervorgebracht worden.

Das bedeutungsvolle Prinzip der funktionellen Selbstgestaltung des Zweckmäßigen zeigt uns demnach, wie die tatsächlich bestehende Zweckmäßigkeit im inneren Körperbau auf teleologische Mechanik

zurückzuführen ist. Aber auch diese kann wieder weiterhin durch das Selektionsprinzip erklärt werden; nicht im Sinne Darwins, daß der Kampf ums Dasein zwischen den selbständigen Einzelwesen sie hervorruft, sondern im Sinne von Roux, wonach derselbe beständig zwischen allen Teilen des einzelnen Organismus selbst wirksam ist. Jedoch müssen wir ausdrücklich betonen, daß diese umbildende und züchtende Wirkung nur dann eintreten kann, wenn die funktionelle Anpassung (als erworbene Veränderung!) durch progressive Vererbung auf die Nachkommen übertragen wird.

Man könnte demnach die Zuchtwahl der Zellen, wie sie nach Roux überall in den Geweben stattfindet, auch als Zellularselektion bezeichnen, im Gegensatz zur Personalselektion, wie sie Darwin zuerst zwischen den selbständigen Einzelwesen nachgewiesen hat. Die erste würde sich zur letzteren ebenso verhalten, wie Virchows Zellularpathologie zur Personalpathologie, wie die neue Zellularphysiologie von Max Verworn zur alten Personalphysiologie, oder wie die von mir aufgestellte Zellularpsychologie zur Personalpsychologie. (Vgl. meinen Vortrag über „Zellseelen und Seelenzellen). Der Schlüssel für das richtige Verständnis dieses Verhältnisses liegt in der Zellentheorie, und in den weitgreifenden Fortschritten, welche diese grundlegende Theorie seit einem halben Jahrhundert gemacht hat. Wir betrachten jetzt allgemein die organischen Zellen nicht mehr als tote Bausteine, sondern als lebendige „Elementar-Organismen", als selbsttätige Plastiden oder „Bildnerinnen".

Selbständige Einzelwesen, und zwar ebensowohl morphologisch (hinsichtlich des Körperbaues) wie physiologisch (hinsichtlich der Lebenstätigkeit), sind ursprünglich alle Zellen. Es besteht aber trotzdem ein großer Unterschied zwischen den einzelligen Organismen (Protisten) und den vielzelligen (Histonen). Bei den Protisten oder den einzelligen Lebensformen (Urpflanzen und Urtieren) bildet eine einzige Zelle

für sich zeitlebens den ganzen Organismus. Bei den Histonen hingegen, den vielzelligen Tieren und Pflanzen, besteht der Organismus nur im Beginne seiner Existenz aus einer einzigen Zelle; sobald diese sich zu entwickeln beginnt, vermehrt sie sich durch wiederholte Teilung, und die zahlreichen daraus entstandenen Zellen setzen die Gewebe und Organe zusammen. In diesen sind die gesellig verbundenen Zellen voneinander und vom Ganzen abhängig, und zwar um so mehr, je höher das Ganze entwickelt, je stärker es zentralisiert ist. Mithin verhält sich das einzellige Protist zum vielzelligen und gewebebildenden Histonen ähnlich, wie der einzelne Mensch zum Staat. Der vielzellige Organismus ist ein Zellenstaat, und seine einzelnen Zellen sind die Staatsbürger (vgl. den VII. und XVII. Vortrag).

Wie nun demgemäß alle Lebenstätigkeiten in den beiden Hauptgruppen der Einzelligen und der Vielzelligen gewisse prinzipielle Verschiedenheiten zeigen, so gilt dasselbe auch von ihrer Tätigkeit im Kampfe ums Dasein, von der Wechselwirkung der Vererbung und der Anpassung, welche dabei züchtend wirkt. Die Einzelligen oder Protisten zeigen ein einfaches (oder trophisches) Wachstum, durch Zellvergrößerung; sie vermehren sich größtenteils ungeschlechtlich (durch Teilung oder Sporenbildung); die Vererbung wird daher durch den Kern der einen Zelle vermittelt, welche zugleich der ganze Organismus ist. Die Vielzelligen oder Histonen hingegen besitzen ein zusammengesetztes (oder numerisches) Wachstum, durch Zellvermehrung; sie pflanzen sich geschlechtlich fort (durch Vermischung von Eizelle und Spermazelle); die Vererbung wird daher nur durch die Kerne dieser beiden Geschlechtszellen vermittelt, während alle übrigen Gewebezellen dabei nicht beteiligt sind. Aber innerhalb der Gewebe vermehren sich auch die sie zusammensetzenden Zellen beständig; und die Gewebebildung selbst wird durch jene bedeutungsvolle Zellularselektion bestimmt. Die tüchtigsten Zellen in jedem Gewebe, welche ihre Ar-

beit am besten erfüllen, verlangen und erhalten dafür auch den besten Teil des Nahrungssaftes; sie entziehen ihn den schwächeren und untüchtigeren Zellen; die ersteren wachsen und vermehren sich durch Teilung, während die letzteren früher oder später zugrunde gehen müssen.

Der Kampf ums Dasein zwischen den Gewebezellen der vielzelligen Organismen muß demnach als die wichtigste Triebfeder für die fortschreitende Entwicklung und Differenzierung ihrer Gewebe und Organe angesehen werden. Bei den Einzelligen hingegen nimmt der Kampf ums Dasein und die durch ihn bewirkte natürliche Zuchtwahl eine wesentlich verschiedene Form an. Denn hier kommt es ja überhaupt noch nicht zur Gewebebildung; die Gestaltung der unabhängigen und selbsttätig bleibenden Zelle wird teils unmittelbar durch die Einwirkung der äußeren Existenzbedingungen bestimmt, teils durch die Gegenwirkung, welche die Plastidule oder Micelle, die aktiv lebenstätigen Plasmamoleküle der Zelle ausüben. Auch zwischen diesen letzteren dürfen wir einen beständigen Kampf ums Dasein annehmen, und wir müssen demselben eine hohe Bedeutung für den Stoffwechsel und die Ernährung, somit auch für die Anpassung und Gestaltung des Elementarorganismus zuschreiben. Allein diese Molekularselektion ist eben so hypothetisch, und ebensowenig direkt nachweisbar, wie die Molekularstruktur, welche wir (in irgendeiner Form) für das Plasma annehmen müssen. Als Hypothese ist dieselbe unentbehrlich, und zwar ebensowohl für die unabhängigen einzelligen Protisten, wie für die abhängigen Gewebezellen der Histonen.

Je tiefer wir neuerdings in diese elementaren Verhältnisse des organischen Lebens eingedrungen sind, und je mehr wir die verwickelten Wechselbeziehungen desselben kennengelernt haben, desto höher haben wir den Wert der Selektionstheorie schätzen gelernt, desto größer erscheint uns die philosophische Tat Darwins. Denn indem dieser geniale Naturphilosoph

die natürliche Züchtung durch den Kampf ums Dasein begründete, entdeckte er nicht nur die wichtigste Ursache der organischen Formenbildung und Umbildung, sondern er beantwortete zugleich endgültig eines der größten philosophischen Rätsel, die Frage nämlich: Wie können zweckmäßige Einrichtungen mechanisch entstehen, ohne zwecktätige Ursachen?

Die naturgemäße Beantwortung dieser schwierigen Grundfrage hatte schon im fünften Jahrhundert vor Christus ein großer griechischer Naturphilosoph versucht, Empedokles aus Agrigent. Nach ihm sind die zweckmäßigen Gestalten der Tiere und Pflanzen, wie wir sie jetzt kennen, erst allmählich entstanden, und zwar durch den beständigen Kampf der widerstreitenden Naturkräfte; die jetzt lebenden Formen sind übrig geblieben aus einer ungeheuer großen Zahl von ausgestorbenen Formen, und zwar deshalb, weil sie für jenen Kampf am vorteilhaftesten geartet, und darum am lebensfähigsten waren. Einerseits betont Empedokles zuerst ganz besonders die Zweckmäßigkeit im Körperbau der Lebewesen, andrerseits aber hebt er zugleich hervor, daß man zur Erklärung derselben kein besonderes „Zweckmäßigkeitsprinzip" aufstellen dürfe, sondern daß sie rein mechanisch durch das Wechselspiel der Naturkräfte entstanden sei. Mit Recht sagt daher Fritz Schultze in seiner Schilderung der griechischen Naturphilosophie: „Den großen Gedanken einer Theorie der Ableitung des Zweckmäßigen aus dem Unzweckmäßigen zuerst gefaßt zu haben, ist das strahlende Verdienst des Empedokles, und wenn wir bedenken, daß seine beiden Grundprinzipien, Liebe und Haß, die Keimformen zu den modernen Grundkräften der Anziehung und der Abstoßung sind, so werden wir diesem alten Forscher in der Tat unsere Bewunderung und Anerkennung nicht versagen können."

So darf also mit Beziehung auf die Lösung dieser hochwichtigen Frage Empedokles als der älteste Vorläufer Darwins angesehen werden. Obgleich aber auch andere Naturphilosophen des klassischen Alter-

tums, insbesondere Lucretius, ihre hohe Bedeutung anerkannten, geriet dieselbe doch späterhin ganz in Vergessenheit. Konnte doch selbst Kant — wie schon früher erwähnt, — dieselbe so wenig würdigen, daß er sogar die Hoffnung, jene Frage jemals lösen zu können, für ungereimt erklärte. „Man muß diese Einsicht dem Menschen schlechterdings absprechen."

Indem Charles Darwin durch seine Selektionstheorie tatsächlich jene schwierigste Grundfrage löste, ist er — ich wiederhole es — der neue Newton geworden, dessen einstiges Kommen Kant für immer verneinen zu können glaubte. Zwar haben kurzsichtige Naturforscher diesen Vergleich neuerdings für übertrieben erklärt und lächerlich gemacht, damit aber nur gezeigt, wie wenig sie die philosophische Tragweite des Darwinismus zu würdigen imstande sind. Denn die Aufgaben sowohl wie die Mittel zu ihrer mechanischen Beantwortung waren bei der Gravitationstheorie von Newton ungleich einfacher, als bei der Selektionstheorie von Darwin. Deshalb leuchtet auch die natürliche Wahrheit der ersteren jedem Gebildeten unmittelbar ein, während für das volle Verständnis der letzteren eine gründliche naturwissenschaftliche Vorbildung erforderlich ist. Beide haben aber ein gleich hohes Verdienst, indem sie den übernatürlichen Zweckbegriff und den damit verknüpften Wunderglauben aus unserem Erkenntnisgebiete verdrängten, Newton aus dem der anorganischen, Darwin aus dem der organischen Natur.

Die spekulative Philosophie der neuesten Zeit überzeugt sich täglich mehr von der Notwendigkeit, aus dem ikarischen Wolkenfluge der „reinen Spekulation" auf den festen Boden der empirischen Naturerkenntnis zurückzukehren und insbesondere die bedeutungsvollen biologischen Fortschritte des letzten Menschenalters in sich aufzunehmen. So sind namentlich Fritz Schultze, G. H. Schneider, B. v. Carneri, Hugo Spitzer, Ernst Krause, Wilhelm Bölsche u. a. eifrig bemüht, die philosophische Bedeutung des

Transformismus zu würdigen und die wichtigsten Folgerungen aus dem Darwinismus zu ziehen. Die monistische Philosophie von Herbert Spencer, Jacob Moleschott, David Strauß, Ludwig Büchner, Albrecht Rau u.a. ruht auf ihrem Fundamente. In einer ausgezeichneten Schrift über „Empfinden und Denken" hat Albrecht Rau (1896) „eine physiologische Untersuchung über die Natur des menschlechen Verstandes" angestellt, welche die tiefgreifende Reform der Psychologie durch die Deszendenztheorie klar beleuchtet. Welche Bedeutung in jener Beziehung vor allem das Selektionsprinzip besitzt, und wie dadurch „die Teleologie in der Auffassung der Organismenwelt" in ein ganz neues Licht gesetzt wird, hat insbesondere Hugo Spitzer in Graz gezeigt. Seine „Beiträge zur Deszendenztheorie und zur Methodologie der Naturwissenschaft" (1886) sind bisher die eingehendsten Versuche, die philosophische Bedeutung des Darwinismus richtig zu würdigen. Indem dieser den übernatürlichen und dualistischen „transzendenten Zweckbegriff" beseitigt, setzt er an seine Stelle das natürliche und monistische Prinzip der „teleologischen Mechanik".

ZWÖLFTER VORTRAG

Arbeitsteilung und Formspaltung. Divergenz der Spezies. Fortbildung und Rückbildung.

Wenn Sie die geschichtliche Entwicklung der organischen Welt im großen und ganzen betrachten, so treten Ihnen als allgemeinste Erscheinungen zunächst zwei große Gesetze entgegen, das Divergenzgesetz und das Fortschrittsgesetz. Das Prinzip der Divergenz oder Sonderung lehrt uns zunächst als Tatsache, auf Grund der Versteinerungskunde, daß die Mannigfaltigkeit und Verschiedenheit der Lebensformen auf unserem Erdball von der ältesten Zeit bis zur Gegenwart beständig zugenommen hat. Das zweite Prinzip, das des Fortschritts oder der Vervollkommnung, lehrt uns auf Grund derselben paläontologischen Urkunde, daß diese Divergenz im großen und ganzen mit einem stetigen Fortschritt, mit einer zunehmenden Vollkommenheit der Organisation verknüpft gewesen ist. Für beide Gesetze liegt der Grund zunächst größtenteils in der physiologischen Arbeitsteilung der Organismen (Ergonomie) und in der damit verknüpften morphologischen Sonderung oder Formspaltung (Polymorphismus).

Nachdem man auf Grund sehr ausgedehnter paläontologischer Untersuchungen die allgemeine Geltung dieser beiden großen historischen Prinzipien erkannt hatte, glaubte man ihre Ursache zunächst in einem zweckmäßigen Schöpfungsplan oder unmittelbar in einem übernatürlichen Endzweck suchen zu müssen.

Es sollte in dem zweckmäßigen Plane des Schöpfers gelegen haben, die Formen der Tiere und Pflanzen im Laufe der Zeit immer mannigfaltiger auszubilden und immer vollkommener zu gestalten. Wir werden offenbar einen großen Schritt in der Erkenntnis der Natur tun, wenn wir diese teleologische und anthropomorphe Vorstellung zurückweisen und die beiden bedeutungsvollen Gesetze der Arbeitsteilung und der Vervollkommnung als notwendige Folgen der natürlichen Züchtung im Kampfe ums Dasein nachweisen können.

Das erste große Gesetz, welches unmittelbar und mit Notwendigkeit aus der natürlichen Züchtung folgt, ist dasjenige der Sonderung oder Differenzierung; dieselbe wird auch häufig als Arbeitsteilung (Ergonomie) oder Formspaltung (Polymorphismus) bezeichnet, ersteres in physiologischem, letzteres in morphologischem Sinne. Darwin nennt dieses allgemeine Prinzip Divergenz des Charakters. Wir verstehen darunter die allgemeine Neigung aller organischen Formen, sich in immer höherem Grade ungleichartig auszubilden und von dem gemeinsamen Urbilde zu entfernen. Die Ursache dieser allgemeinen Neigung zur Sonderung und der dadurch bewirkten Hervorbildung ungleichartiger Formen aus gleichartiger Grundlage ist nach Darwin einfach im Kampf ums Dasein zu suchen; dieser muß zwischen je zwei Organismen um so heftiger entbrennen, je näher sich dieselben in jeder Beziehung stehen, je gleichartiger sie sind. Eigentlich ist dieses wichtige Verhältnis äußerst einfach; seine hohe Bedeutung wird aber gewöhnlich nicht genügend ins Auge gefaßt.

Jedem von Ihnen wird einleuchten, daß auf einem Acker von bestimmter Größe neben den Kornpflanzen, die dort ausgesäet sind, eine große Anzahl von Unkräutern existieren können, und zwar an Stellen, welche nicht von den Kornpflanzen eingenommen werden könnten. Die trockeneren, sterileren Stellen des Bodens, auf denen keine Kornpflanze gedeihen würde, können noch zum Unterhalt von Unkraut ver-

schiedener Art dienen, und zwar werden davon um so mehr verschiedene Arten und Individuen nebeneinander existieren können, je besser die verschiedenen Unkrautarten geeignet sind, sich den verschiedenen Stellen des Ackerbodens anzupassen. Ebenso ist es mit den Tieren. Offenbar können in einem und demselben beschränkten Bezirk eine viel größere Anzahl von tierischen Individuen zusammenleben, wenn dieselben von mannigfach verschiedener Natur, als wenn sie alle gleich sind. Es gibt Bäume (wie z. B. die Eiche), auf welchen ein paar Hundert verschiedene Insektenarten nebeneinander leben. Die einen nähren sich von den Früchten des Baumes, die anderen von den Blüten, die dritten von den Blättern, noch andere von der Rinde, der Wurzel usw. Es wäre ganz unmöglich, daß die gleiche Zahl von Individuen auf diesem Baume lebte, wenn alle von einer Art wären, wenn z. B. alle nur von der Rinde oder nur von den Blättern lebten. Ganz dasselbe ist in der menschlichen Gesellschaft der Fall. In einer und derselben kleinen Stadt kann eine bestimmte Anzahl von Handwerkern nur leben, wenn dieselben verschiedene Geschäfte betreiben. Die Arbeitsteilung, welche sowohl der ganzen Gemeinde als auch dem einzelnen Arbeiter den größten Nutzen bringt, ist eine unmittelbare Folge des Kampfes ums Dasein, der natürlichen Züchtung; denn dieser Kampf ist um so leichter zu bestehen, je mehr sich die Tätigkeit und somit auch die Form der verschiedenen Individuen voneinander entfernt. Natürlich wirkt die verschiedene Tätigkeit oder Funktion umbildend auf die Form und Struktur zurück; die physiologische Arbeitsteilung (oder Ergonomie) bewirkt notwendig die morphologische Formspaltung, den Polymorphismus oder die Differenzierung, die „Divergenz des Charakters" in der Gestaltung.

Andererseits ist nun zu erwägen, daß alle Tier- und Pflanzenarten veränderlich sind und die Fähigkeit besitzen, sich an verschiedenen Orten den lokalen Verhältnissen anzupassen. Die Spielarten, Varie-

täten oder Rassen einer jeden Spezies werden sich den Anpassungsgesetzen gemäß um so mehr von der ursprünglichen Stammart entfernen, je verschiedenartiger die neuen Verhältnisse sind, denen sie sich anpassen. Wenn wir nun diese von einer gemeinsamen Grundform ausgehenden Varietäten uns in Form eines verzweigten Strahlenbüschels vorstellen, so werden diejenigen Spielarten am besten nebeneinander existieren und sich fortpflanzen können, welche am weitesten voneinander entfernt sind, welche an den Enden der Reihe oder auf entgegengesetzten Seiten des Büschels stehen. Die in der Mitte stehenden Übergangsformen dagegen haben den schwierigsten Stand im Kampfe ums Dasein. Die notwendigen Lebensbedürfnisse sind bei den extremen, am weitesten auseinander gehenden Spielarten am meisten verschieden und daher werden diese in dem allgemeinen Kampfe ums Dasein am wenigsten in ernstlichen Konflikt geraten. Die vermittelnden Zwischenformen dagegen, welche sich am wenigsten von der ursprünglichen Stammform entfernt haben, teilen mehr oder minder dieselben Lebensbedürfnisse; daher werden sie in der Mitbewerbung um dieselben am meisten zu kämpfen haben und am gefährlichsten bedroht sein.

Wenn also zahlreiche Varietäten oder Spielarten einer Spezies auf einem und demselben Fleck der Erde miteinander leben, so können viel eher die am meisten abweichenden Formen nebeneinander fortbestehen, als die vermittelnden Zwischenformen. Denn diese letzteren haben mit jedem der verschiedenen Extreme zu kämpfen und werden auf die Dauer den feindlichen Einflüssen nicht widerstehen können, welche die ersteren siegreich überwinden. Diese allein erhalten sich, pflanzen sich fort und sind nun nicht mehr durch vermittelnde Übergangsformen mit der ursprünglichen Stammform verbunden. So entstehen aus Varietäten „gute Arten". Der Kampf ums Dasein begünstigt notwendig die allgemeine Divergenz oder das Auseinandergehen der or-

ganischen Formen, die beständige Neigung der Organismen, neue Arten zu bilden. Diese beruht nicht auf einer mystischen Eigenschaft, auf einem unbekannten Bildungstrieb der Organismen, sondern auf der Wechselwirkung der Vererbung und Anpassung im Kampfe ums Dasein. Indem von den Varietäten einer jeden Spezies die vermittelnden Zwischenformen erlöschen und die Übergangsglieder aussterben, geht der Divergenzprozeß notwendig immer weiter und bildet in den Extremen zuletzt Gestalten aus, die wir als neue Arten unterscheiden.

Obgleich alle Naturforscher die Veränderlichkeit der Tier- und Pflanzenarten zugeben müssen, haben doch die meisten früher bestritten, daß die Abänderung und Umbildung der organischen Formen die ursprüngliche Grenze des Speziescharakters überschreiten könne. Unsere Gegner halten an dem Satze fest: „Soweit auch eine Art in Varietätenbüschel auseinandergehen mag, so sind die Spielarten oder Varietäten derselben doch niemals in dem Grade voneinander unterschieden, wie zwei wirkliche gute Arten." Diese Behauptung wird noch oft von Darwins Gegnern an die Spitze ihrer Beweisführung gestellt; sie ist aber vollkommen unhaltbar und unbegründet. Dies wird Ihnen sofort klar, sobald Sie kritisch die verschiedenen Versuche vergleichen, den Begriff der Spezies oder Art festzustellen.

Was eigentlich eine „echte oder gute Art" („bona spezies") sei, diese Frage vermag kein Naturforscher zu beantworten, obgleich jeder Systematiker täglich diese Ausdrücke gebraucht und trotzdem ganze Bibliotheken über die Frage geschrieben worden sind, ob diese oder jene beobachtete Form eine Spezies oder Varietät, eine wirklich gute oder schlechte Art sei. Die am meisten verbreitete Antwort auf diese Frage war folgende: „Zu einer Art gehören alle Individuen, die in allen wesentlichen Merkmalen übereinstimmen. Wesentliche Speziescharaktere sind aber solche, welche beständig oder konstant sind, welche niemals abändern oder variieren." Sobald nun aber

der Fall eintrat, daß ein konstantes, bisher für wesentlich gehaltenes Merkmal dennoch abänderte, so sagte man: „Dieses Merkmal ist für die Art nicht wesentlich gewesen, denn wesentliche Charaktere variieren nicht." Man bewegte sich also in einem offenbaren Zirkelschluß, und die Naivität ist wirklich erstaunlich, mit der diese Kreisbewegung der Artdefinition in Tausenden von Büchern als unumstößliche Wahrheit hingestellt und immer noch heute wiederholt wird.

Ebenso wie dieser, so sind auch alle übrigen Versuche, welche man zu einer festen und logischen Begriffsbestimmung der organischen „Spezies" gemacht hat, völlig fruchtlos und vergeblich gewesen. Der Natur der Sache nach kann es nicht anders sein. Der Begriff der Spezies ist ebensogut relativ und nicht absolut, wie der Begriff der Varietät, Gattung, Familie, Ordnung, Klasse usw. Wie Lamarck schon 1809 hervorhob, sind alle diese Begriffe subjektiv und künstlich. Ich habe dies in der Kritik des Speziesbegriffs in meiner Generellen Morphologie theoretisch nachgewiesen (Gen. Morph. II, 323—364). Praktisch habe ich den Beweis dafür in meinem „System der Kalkschwämme" geliefert (1872). Bei diesen merkwürdigen Tieren, wie bei den Spongien überhaupt (auch beim Badeschwamm), erscheint die übliche Speziesunterscheidung zum Teil völlig willkürlich.

Ebenso willkürlich und widernatürlich waren bisher die Ansichten über das Verhältnis der Spezies zur Bastardzeugung. Früher galt es als Dogma, daß zwei sogenannte gute Arten niemals miteinander Bastarde zeugen könnten, welche sich als solche fortpflanzten. Man berief sich dabei fast immer auf die Bastarde von Pferd und Esel, die Maultiere und Maulesel, die in der Tat nur selten sich fortpflanzen können. Allein solche unfruchtbare Bastarde sind, wie sich herausgestellt hat, seltene Ausnahmen, und in der Mehrzahl der Fälle sind Bastarde zweier ganz verschiedenen Arten fruchtbar und können sich fortpflanzen. In vielen Fällen ist ihre Fruchtbarkeit so-

gar größer als diejenige der reinen Stammarten. Fast immer können sie mit einer der beiden Elternarten, bisweilen aber auch rein unter sich, mit Erfolg fruchtbar sich vermischen. Daraus können aber nach dem „Gesetze der gemischten Vererbung" ganz neue Formen entstehen.

In der Tat ist so die Bastardzeugung eine Quelle der Entstehung neuer Arten, verschieden von der bisher betrachteten Quelle der natürlichen Züchtung. Schon früher habe ich gelegentlich solche Bastardarten (Species hybridae) angeführt, insbesondere das Hasenkaninchen (Lepus Darwinii), welches aus der Kreuzung von Hasenmännchen mit Kaninchenweibchen entsprungen ist, das Ziegenschaf (Capra ovina), welches aus der Paarung des Ziegenbocks mit dem weiblichen Schafe entstanden ist, ferner verschiedene Arten der Disteln (Cirsium), der Brombeeren (Rubus) usw. Wahrscheinlich sind sehr viele wilde Spezies auf diesem Wege entstanden, wie auch Linné schon annahm. Ganz besonders erscheint diese Annahme für viele niedere Seepflanzen und Seetiere gerechtfertigt, deren reife Geschlechtsprodukte einfach in das Wasser entleert werden. Ihr Zusammentreffen und ihre Befruchtung bleibt dem Zufall überlassen; dabei kommt die lebhafte Beweglichkeit der meisten frei schwimmenden Samenzellen sehr in Betracht. Nun wissen wir durch viele Erfahrungen und Versuche, daß die Befruchtung der Eizellen bei Kreuzung von zwei nahe verwandten Arten oft leichter gelingt, als bei zwei Individuen derselben Art. Mithin ist es sehr wahrscheinlich, daß bei der zufälligen Begegnung zahlloser Samenzellen und Eizellen von nahe verwandten Meeresbewohnern mehr Bastarde entstehen als reine Inzuchtprodukte; und da die ersteren überdies oft fruchtbarer sind als die letzteren, können sie leicht diese im Kampf ums Dasein verdrängen und neue Arten bilden. Neuerdings hat vor allen Weismann die hohe Bedeutung der geschlechtlichen Vermischung für die Umbildung der Arten betont. Jedenfalls aber beweisen die Bastard-

arten, die sich so gut wie reine Arten erhalten und fortpflanzen können, daß die Bastardzeugung nicht dazu dienen kann, den Begriff der Spezies irgendwie zu charakterisieren.

Daß die vielen vergeblichen Versuche, den Speziesbegriff theoretisch festzustellen, mit der praktischen Speziesunterscheidung gar nichts zu tun haben, wurde schon früher angeführt (S. 57). Die verschiedenartige praktische Verwertung des Speziesbegriffs in der systematischen Zoologie und Botanik ist sehr lehrreich für die Erkenntnis der menschlichen Torheit. Die bei weitem überwiegende Mehrzahl der Zoologen und Botaniker war bisher bei Unterscheidung und Beschreibung der verschiedenen Tier- und Pflanzenformen vor allem bestrebt, die verwandten Formen als „gute Spezies" scharf zu trennen. Allein eine scharfe und folgerichtige Unterscheidung solcher „echten und guten Arten" zeigte sich fast nirgends möglich.

Es gibt nicht zwei Zoologen, nicht zwei Botaniker, welche in allen Fällen darüber einig wären, welche von den nahe verwandten Formen einer Gattung gute Arten seien und welche nicht. Alle Autoren haben darüber verschiedene Ansichten. Bei der Gattung Hieracium z. B., einer der gemeinsten deutschen Pflanzengattungen, hat man über 300 Arten in Deutschland allein unterschieden. Der Botaniker Fries läßt davon aber nur 106, Koch nur 52 als „gute Arten" gelten, und andere nehmen deren kaum 20 an. Ebenso groß sind die Differenzen bei den Brombeerarten (Rubus). Wo der eine Botaniker über hundert Arten macht, nimmt der zweite etwa bloß die Hälfte, ein dritter nur fünf bis sechs oder noch weniger Arten an. Die Vögel Deutschlands kennt man seit längerer Zeit sehr genau. Bechstein hat in seiner sorgfältigen Naturgeschichte der deutschen Vögel 367 Arten unterschieden, L. Reichenbach 379, Meyer und Wolf 406, und der vogelkundige Pastor Brehm sogar mehr als 900 verschiedene Arten. Die verschiedenen, heute lebenden Formen des Menschen-

geschlechts werden fast allgemein als Rassen oder Spielarten einer einzigen Spezies betrachtet, des Homo sapiens von Linné. Es kann aber kein unbefangen vergleichender Morphologe daran zweifeln, daß die Unterschiede in der Körperbildung dieser 4 — 12 „Rassen" größer sind als diejenigen, welche man zwischen Leopard und Jaguar, oder zwischen Hausratte und Wanderratte zur Unterscheidung benützt, und doch gelten diese als „gute Arten" (vgl. den 28. Vortrag). Von den Kalkschwämmen habe ich selbst in meiner Monographie dieser höchst veränderlichen Tiere gezeigt, daß man darunter nach Belieben 3 Arten oder 21 oder 111 oder 289 oder 591 Spezies unterscheiden kann. Da in dieser Monographie die Unmöglichkeit, „gute Arten" in hergebrachtem Sinne zu unterscheiden, auf Grund fünfjähriger genauester Beobachtung eines sehr vollständigen Materials einleuchtend nachgewiesen ist, kann sie wohl als „ein Versuch zur analytischen Lösung des Problems von der Entstehung der Arten" angesehen werden. Kein anderer ähnlicher Versuch ist bisher in solcher Vollständigkeit unternommen worden.

Sie sehen also, daß die größte Willkür hier wie in jedem anderen Gebiete der zoologischen und botanischen Systematik herrscht, und der Natur der Sache nach herrschen muß. Denn es ist ganz unmöglich, Varietäten, Spielarten und Rassen von den sogenannten „guten Arten" scharf zu unterscheiden. Varietäten sind beginnende Arten. Aus der Variabilität oder Anpassungsfähigkeit der Arten folgt mit Notwendigkeit unter dem Einflusse des Kampfes ums Dasein die immer weiter gehende Sonderung oder Differenzierung der Spielarten, die beständige Divergenz der neuen Formen; indem diese durch Erblichkeit eine Anzahl von Generationen hindurch konstant erhalten werden, während die vermittelnden Zwischenformen aussterben, bilden sie selbständige „neue Arten". Die Entstehung neuer Spezies durch die Arbeitsteilung oder Sonderung, Divergenz oder

Differenzierung der Varietäten, ist mithin eine notwendige Folge der natürlichen Zuchtwahl.

Daß die beständige Neigung der organischen Formen zur Sonderung oder Formspaltung in dieser Weise mit Notwendigkeit aus der natürlichen Züchtung folgen muß, hat Darwin zuerst klar erkannt und im vierten Kapitel seines Hauptwerks überzeugend bewiesen. Er wendet jedoch sein Divergenzprinzip, ebenso wie sein Selektionsprinzip, hauptsächlich nur auf die selbständig lebenden Einzelwesen an und bemüht sich zu zeigen, wie die Abänderungen der Individuen durch Zuchtwahl und Formspaltung zur Entstehung neuer Arten führen. Nun haben wir aber schon im letzten Vortrage gesehen, daß das Selektionsprinzip noch viel weitere und allgemeinere Geltung besitzt, indem auch alle einzelnen Teile im Organismus, und vor allen die Zellen, durch Zuchtwahl umgebildet werden. Wie nun so die Zellularselektion als ein höchst bedeutender Umbildungsvorgang neben der Personalselektion erscheint, so gilt dasselbe auch vom Divergenzprinzip. Die Formspaltung der Einzelwesen oder Personen, welche zur Bildung neuer Arten führt — oder kurz: die Personaldivergenz — findet ihre elementare Begründung eigentlich erst in der Differenzierung der Zellen, welche die Gewebe der einzelnen Person zusammensetzen, in der Zellulardivergenz.

Die Gewebelehre der Tiere und Pflanzen (— oder die Histologie —) hat auf Grund der Zellentheorie schon längst erkannt, daß eine der wichtigsten Erscheinungen in der Entwicklung der Histonen (— oder der vielzelligen Organismen —) die sogenannte „Differenzierung oder Sonderung der Gewebe" ist. Man versteht darunter ganz allgemein die Tatsache, die bei der Entwicklung jedes vielzelligen Einzelwesens zuerst ins Auge fällt: daß aus gleichartigen Zellen ungleichartige Gewebe hervorgehen. Aus den gleichartigen Zellen der Keimblätter z. B. (bei allen Metazoen oder vielzelligen Tieren) entwickeln sich divergent die verschiedenartigen Zellen, welche die

Hautdecke, die Drüsen, das Bindegewebe, die Muskeln, die Nerven usw. zusammensetzen. Dabei überzeugen wir uns zugleich, daß die ursprüngliche Gewebsform im Tierkörper eine einfache Zellenschicht oder ein Epithelium ist; schon die zuerst gebildete Keimhaut (Blastoderma) ist ein solches Epithelium. Indem durch Einstülpung der Blastula die Gastrula entsteht, sondert sich die einfache Keimhaut in die beiden sogenannten „primären Keimblätter", Hautblatt und Darmblatt (Ektoderm und Entoderm). Aus den letzteren gehen dann durch weitere Sonderung die vier sekundären Keimblätter hervor (ebenfalls einfache Epithelien), und aus diesen weiterhin alle verschiedenen Gewebe. Diese letzteren sind mithin alle als „sekundäre Gewebe" oder als Apothelien zu bezeichnen, gegenüber dem primären Gewebe des Epithelium, aus dem sie entstanden sind.

Dieser ganz wichtige Vorgang nun, die sogenannte „Differenzierung der Gewebe", ist im Grunde nichts anderes als eine Divergenz der Zellen, welche die Gewebe zusammensetzen. Das physiologische Wesen derselben beruht auf Arbeitsteilung der Zellen; ihr morphologisches Ergebnis ist die Formspaltung der Zellen, oder die ungleiche Gestaltung der ursprünglich gleichartigen Zellen. Aber sowohl diese Formspaltung (Polymorphismus) als jene Arbeitsteilung (Ergonomie) sind selbst die notwendige Folge der Zellularselektion oder des unaufhörlichen „Kampfes der Teile im Organismus".

Welche außerordentliche Bedeutung die Arbeitsteilung und die damit verknüpfte Formspaltung für die verschiedensten Seiten des organischen Lebens besitzt, habe ich in meinem Vortrage „über Arbeitsteilung in Natur- und Menschenleben" erörtert. Dabei habe ich als ganz besonders einleuchtendes Beispiel die Organisation der Staatsquallen oder Siphonophoren näher erläutert. Das sind schwimmende Medusenstaaten, die äußerlich einem schönen Blumenstocke gleichen; die einzelnen Blätter, Blüten und Früchte dieses Blumenstockes, meistens so durch-

sichtig wie buntes Glas und dabei im höchsten Grade empfindlich und beweglich, erscheinen auf den ersten Blick nur als Organe einer Person oder eines einzelnen, eigentümlich zusammengesetzten Pflanzentieres. In der Tat aber ist jedes dieser scheinbaren Organe ursprünglich eine Meduse oder Qualle, ein Einzeltier von dem Formwert einer Person. Durch Anpassung an verschiedene Lebensaufgaben sind diese Personen und ihre Organe allmählich in der merkwürdigsten Weise umgebildet worden; und da alle mit ihrem ursprünglichen Muttertiere, dem zentralen Stamme des Stockes, in beständiger Verbindung bleiben, da auch die Ernährung des ganzen sozialen Verbandes einheitlich ist, so erscheinen die zahlreichen Einzeltiere eben nur als Organe eines einzigen Individuums.

Die verschiedenen Formen der Siphonophoren, welche ich in meiner Monographie dieser höchst interessanten Tierklasse (1888) systematisch beschrieben und verglichen habe, bieten aber nicht allein eine Fülle lehrreicher Beispiele für die Arbeitsteilung und die Formspaltung, sondern auch für eine wichtige, daran sich anschließende Erscheinung, den Arbeitswechsel oder Funktionswechsel (Metergie). Indem die ursprünglich gleichartigen Medusen, welche den Siphonophorenstock zusammensetzen, sich an verschiedene Tätigkeiten gewöhnen und dementsprechend ihre Form ändern, müssen auch die einzelnen Organe der Medusenperson ihre ursprüngliche Tätigkeit häufig wechseln. So gestaltet sich z. B. das ursprüngliche Schwimmorgan der Meduse, ihr Muskelschirm, bei den einen zu einer eigentümlichen muskulösen Schwimmglocke, bei den anderen zu einer luftgefüllten Schwimmblase, bei einer dritten Gruppe zu einem schützenden Deckschilde, bei einer vierten zu einer kapselförmigen Mantelhülle, usw. Das ursprüngliche einfache Magenrohr der Meduse verwandelt sich bei den einen in einen mächtigen zusammengesetzten Drüsenmagen (Siphon), bei den männlichen Tieren in eine Samenkapsel (Androphore), bei den weiblichen in eine Eierkapsel (Gyno-

phore), usw. Die Siphonophoren lehren uns demnach, wie der Arbeitswechsel unmittelbar mit der Arbeitsteilung selbst verknüpft ist, ohne daß man deshalb ein besonderes „Prinzip des Funktionswechsels" aufzustellen braucht.

Viele der wichtigsten Veränderungen in der organischen Welt, sogar die Entstehung ganzer Tierklassen, lassen sich ursprünglich auf den Arbeitswechsel oder die Metergie eines einzelnen Organes zurückführen. So sind z. B. die Amphibien aus den Fischen dadurch entstanden, daß die Schwimmblase der letzteren (ein hydrostatisches Organ) zur Lunge wurde und die Arbeit des Gaswechsels oder der Atmung übernahm; der Übergang vom Wasserleben zum Landleben gab dazu die erste Veranlassung. Die Vögel sind aus eidechsenartigen Reptilien dadurch entstanden, daß die fliegende Ortsbewegung an die Stelle der kriechenden trat; die Vorderbeine der letzteren verwandelten sich in die Flügel der ersteren. Für die Entstehung der Säugetiere aus reptilienartigen Stammformen war vielleicht die wichtigste Ursache der Arbeitswechsel der Hautdrüsen an der Bauchseite; indem diese ausscheidenden Drüsen (Talg- und Schweißdrüsen) sich in Milchdrüsen verwandelten und somit zum wichtigsten Ernährungsorgan des Neugeborenen wurden, veranlaßten sie eine Reihe der bedeutungsvollsten Veränderungen. Die erste Gelegenheitsursache dafür ist wahrscheinlich die Gewohnheit der Neugeborenen gewesen, an der Bauchhaut ihrer Mutter zu lecken; der dadurch ausgeübte Ernährungsreiz führte zunächst (quantitativ) zur Vergrößerung der Hautdrüsen und weiterhin (qualitativ) zu ihrer Verwandlung in die bedeutungsvollen Milchdrüsen. Die Fülle kulturgeschichtlicher Probleme, welche sich (namentlich in der Kunst) an den weiblichen Busen knüpft, ist phylogenetisch auf jenen Vorgang zurückzuführen. Auch für die Entstehung des Menschengeschlechts ist der Arbeitswechsel von großer Bedeutung gewesen, insbesondere die Arbeitsteilung der vorderen und hinteren Gliedmaßen, und

die dabei verknüpfte Metergie der ersteren; während bei den kletternden Affen (oder Vierhändern) alle vier Gliedmaßen in Form und Funktion ähnlich bleiben, gestaltet sich beim aufrecht gehenden Menschen die vordere Gliedmaße zum greifenden Arm, die hintere zum wandelnden Bein. Die Divergenz zwischen ersterem und letzterem führte zur Ausbildung der menschlichen Hand, jenes unschätzbaren Kunstorgans, dessen mannigfaltiger Arbeitswechsel beim Maler und Bildhauer, beim Klavierspieler und Techniker, beim Arzte und Chirurgen zur Quelle der erstaunlichsten Leistungen geworden ist; sogar die Arbeitsteilung und der Arbeitswechsel der einzelnen Finger spielt ja hier bekanntlich eine wichtige Rolle.

Eine Reihe von wichtigen Erscheinungen, welche zur Divergenz oder Sonderung scheinbar im Gegensatze stehen, bietet uns die sogenannte Konvergenz oder Angleichung. Während die divergente Züchtung durch Anpassung an verschiedene Lebensbedingungen und Tätigkeiten aus gleichen Formen zuletzt ganz verschiedene gestaltet, bewirkt umgekehrt die konvergente Züchtung, daß ursprünglich ganz verschiedene Formen durch Anpassung an gleiche Existenzbedingungen und Funktionen zuletzt höchst ähnlich werden. So sind z. B. manche Fische (Scomberoides), Seedrachen und Walfische sehr ähnlich, obgleich ihr innerer Bau ganz verschieden ist. Die kaltblütigen Seedrachen (Ichthyosauria) stammen von landbewohnenden Reptilien ab (Tocosauria). Die warmblütigen Walfische (Cetacea) sind echte Säugetiere, welche durch Anpassung an die Lebensweise der Fische deren Form angenommen haben; sie stammen aber ab von landbewohnenden Säugetieren, und zwar die pflanzenfressenden Sirenen wahrscheinlich von Huftieren, die fleischfressenden Delphine und Bartenwale von Raubtieren. In diesen beiden Gruppen hat die konvergente Züchtung nicht nur die äußere Gestalt, sondern auch die innere Struktur so ähnlich gestaltet, daß man sie früher in einer Ordnung vereinigte.

Ein anderes auffallendes Beispiel von Konvergenz des Charakters oder von Angleichung der Form liefert die Medusenklasse. Diese scheinbar einheitliche Tierklasse besteht aus zwei ganz verschiedenen Stämmen, wie ich in meiner Monographie derselben (1881) nachgewiesen habe. Die kleineren und zierlicheren Schleierquallen (Craspedoten oder Hydromedusen) stammen ab von Hydropolypen; die größeren und prächtigeren Lappenquallen (Acraspeden oder Scyphomedusen) stammen ab von Scyphopolypen; auch die Art der Entwicklung ist in beiden Stämmen ganz verschieden, und zwar ebenso in ontogenetischem wie in phylogenetischem Sinne. Trotzdem sind schließlich die Medusen beider Stämme durch Anpassung an gleiche Lebensweise und gleiche Organtätigkeit so ähnlich geworden, daß man sie oft kaum unterscheiden kann.

Viel zahlreicher und auffallender noch sind die Beispiele für diese täuschenden Anpassungsähnlichkeiten im Pflanzenreiche. So zeichnen sich z. B. viele Wasserpflanzen durch große, kahle, flache, rundliche Blätter aus, welche auf der Oberfläche der Teiche schwimmen; die echten Seerosen (Nymphaeaceen) gleichen darin vielen Potameen, Butomeen, Alismaceen, Gentianeen usw., obgleich diese ganz verschiedenen Familien angehören. Auch viele Schmarotzerpflanzen, welche von weit entfernten Familien abstammen, werden oft höchst ähnlich, z. B. viele Orchideen, Cytineen, Lippenblüter, Winden usw. Die Anpassung an die gleiche parasitische Lebensweise bewirkt bei allen in gleicher Weise das Verschwinden der grünen Blätter, eine eigentümlich fleischige Entwicklung des Stengels, der Blüten usw. Schon oft hat diese täuschende, durch konvergente Züchtung bewirkte Ähnlichkeit zu großen Irrtümern in der systematischen Klassifikation der Formen verleitet.

Die Erscheinungen der Konvergenz oder Angleichung erklären sich demnach zum größten Teile ganz einfach aus der Wirksamkeit der natürlichen Zucht-

wahl, ebenso wie anderseits diejenigen der Divergenz oder Sonderung.

Dasselbe gilt nun auch von einer weiteren bedeutungsvollen Erscheinungsreihe, derjenigen des Fortschritts (Progressus) oder der Vervollkommnung (Teleosis). Auch dieses große und wichtige Gesetz war gleich dem Divergenzgesetz längst tatsächlich durch die paläontologische Erfahrung festgestellt worden, ehe uns Darwins Selektionstheorie den Schlüssel zu einer ursächlichen Erklärung lieferte. Die meisten umfassenden Paläontologen haben das Fortschrittsgesetz als allgemeinstes Resultat ihrer Untersuchungen über die Versteinerungen und deren historische Reihenfolge hingestellt; so namentlich der verdienstvolle Bronn in seinen vortrefflichen Untersuchungen über die Gestaltungsgesetze und Entwicklungsgesetze der Organismen. Die allgemeinen Resultate, zu welchen Bronn bezüglich des Differenzierungs- und Fortschrittsgesetzes auf rein empirischem Wege, durch sehr fleißige und sorgfältige Untersuchungen gekommen ist, erscheinen uns heute als glänzende Bestätigungen der Selektionstheorie.

Das Gesetz des Fortschritts oder der Vervollkommnung konstatiert auf Grund der paläontologischen Erfahrung die äußerst wichtige Tatsache, daß zu allen Zeiten des organischen Lebens auf der Erde eine beständige Zunahme in der Vollkommenheit der organischen Bildungen stattgefunden hat. Seit jener unvordenklichen Zeit, in welcher das Leben auf unserem Planeten mit der Urzeugung von Moneren begann, haben sich die Organismen aller Gruppen beständig im ganzen wie im einzelnen vervollkommnet und höher ausgebildet. Die stetig zunehmende Mannigfaltigkeit der Lebensformen war stets zugleich von Fortbildung ihrer Organisation begleitet. Je tiefer wir in die Schichten der Erde hinabsteigen, in welchen die Reste der ausgestorbenen Tiere und Pflanzen begraben liegen, je älter die letzteren mithin sind, desto einförmiger, einfacher und unvollkommener finden wir ihre Gestalten. Dies gilt sowohl von den

Organismen im großen und ganzen, als von jeder einzelnen größeren oder kleineren Gruppe derselben, abgesehen natürlich von jenen zahlreichen Ausnahmen, die durch Rückbildung einzelner Formen entstehen.

Zur Bestätigung dieses Gesetzes will ich Ihnen hier wieder nur die wichtigste von allen Tiergruppen, den Stamm der Wirbeltiere, anführen. Die ältesten fossilen Wirbeltierreste, welche wir kennen, gehören der tiefstehenden Fischklasse an. Auf diese folgen späterhin die Lurchfische, dann die vollkommeneren Amphibien, dann die Reptilien und endlich in noch späterer Zeit die höchst-organisierten Wirbeltierklassen, die Vögel und Säugetiere. Von den letzteren erscheinen zuerst nur die niedrigsten und unvollkommensten Formen, die eierlegenden Monotremen; darauf die Beuteltiere, ohne Placenta, und viel später wiederum die vollkommeneren Zottentiere, mit Placenta. Auch von diesen treten zuerst nur niedere, später höhere Formen auf, und erst in der jüngeren Tertiärzeit entwickelte sich aus den letzteren allmählich der Mensch.

Verfolgen Sie die historische Entwicklung des Pflanzenreichs, so finden Sie hier dasselbe Gesetz bestätigt. Auch von den Pflanzen existierte anfänglich bloß die niedrigste und unvollkommenste Klasse, diejenige der Algen oder Tange. Auf diese folgte später die Gruppe der farnkrautartigen Pflanzen oder Filicinen. Aber noch existierten keine Blütenpflanzen oder Phanerogamen. Diese begannen erst später mit den Gymnospermen (Nadelhölzern und Cycadeen), welche in ihrer ganzen Bildung tief unter den übrigen Blütenpflanzen (Angiospermen) stehen und den Übergang von den Filicinen zu den Angiospermen vermitteln. Diese letzteren entwickelten sich wiederum viel später, und zwar traten auch hier anfangs bloß kronenlose Blütenpflanzen auf (Monokotyledonen und Monochlamydeen), viel später erst kronenblütige (Dichlamydeen). Endlich gingen unter diesen wieder die niederen Sternblütigen (Choripetalen) den höhe-

ren Glockenblütigen (Gamopetalen) voraus. Diese ganze Reihenfolge ist ein unwiderleglicher Beweis für das Gesetz der fortschreitenden Entwicklung.

Fragen wir nun, wodurch diese Tatsache bedingt ist, so kommen wir wiederum, gerade so wie bei der Tatsache der Differenzierung, auf die natürliche Züchtung im Kampf um das Dasein zurück. Wenn Sie die ganze Bedeutung der natürlichen Züchtung, und insbesondere die verwickelte Wechselwirkung der verschiedenen Vererbungs- und Anpassungsgesetze, sich lebhaft vor Augen stellen, so werden Sie als die nächste notwendige Folge nicht allein die Divergenz des Charakters, sondern auch die Vervollkommnung desselben erkennen. Wir sehen ganz dasselbe in der Geschichte des menschlichen Geschlechts. Auch hier ist es natürlich und notwendig, daß die fortschreitende Arbeitsteilung beständig die Menschheit fördert, und in jedem einzelnen Zweige ihrer Tätigkeit zu neuen Erfindungen und Verbesserungen antreibt. Im großen und ganzen beruht ja der Fortschritt selbst auf der Differenzierung und ist gleich dieser eine unmittelbare und notwendige Folge der natürlichen Züchtung durch den Kampf ums Dasein.

Wenn der Mensch seine Stellung in der Natur richtig begreifen und sein Verhältnis zu der erkennbaren Erscheinungswelt naturgemäß erfassen will, so ist es durchaus notwendig, ganz objektiv die Naturgeschichte des Menschen mit derjenigen der übrigen Organismen, und besonders der Wirbeltiere zu vergleichen. Wir haben bereits gesehen, daß die wichtigen physiologischen Gesetze der Vererbung und der Anpassung in ganz gleicher Weise für den menschlichen Organismus, wie für die Tiere und Pflanzen ihre Geltung haben; hier wie dort stehen sie in beständiger Wechselwirkung miteinander. Daher wirkt auch die natürliche Züchtung durch den Kampf ums Dasein ebenso in der menschlichen Gesellschaft, wie im Leben der Tiere und Pflanzen umgestaltend ein und ruft hier wie dort immer neue Formen hervor. Ganz besonders wichtig ist diese Vergleichung der mensch-

lichen und der tierischen Verhältnisse, wenn man die großen Gesetze der Divergenz und des Fortschritts als die unmittelbaren und notwendigen Folgen der natürlichen Züchtung im Kampf ums Dasein nachweisen will.

Ein vergleichender Überblick über die Völkergeschichte oder die sogenannte „Weltgeschichte" zeigt Ihnen zunächst als allgemeinstes Resultat eine beständig zunehmende Mannigfaltigkeit der menschlichen Tätigkeit, im einzelnen Menschenleben sowohl als im Familien- und Staatenleben. Diese Differenzierung oder Sonderung, diese stetig zunehmende Divergenz des menschlichen Charakters und der menschlichen Lebensform, wird durch die immer weiter gehende und tiefer greifende Arbeitsteilung der Individuen hervorgebracht. Während die ältesten und niedrigsten Stufen der menschlichen Kultur uns überall nahezu dieselben rohen und einfachen Verhältnisse vor Augen führen, bemerken wir in jeder folgenden Periode der Geschichte eine größere Mannigfaltigkeit in Sitten, Gebräuchen und Einrichtungen bei den verschiedenen Nationen. Die zunehmende Arbeitsteilung bedingt eine entsprechende Formspaltung, eine beständig sich steigernde Mannigfaltigkeit der Formen in jeder Beziehung. Das spricht sich selbst in der menschlichen Gesichtsbildung aus. Unter den niedersten Volksstämmen gleichen sich die meisten Individuen so sehr, daß die europäischen Reisenden dieselben oft gar nicht unterscheiden können. Mit zunehmender Kultur differenziert sich die Physiognomie der Individuen in entsprechendem Grade. Endlich bei den höchst entwickelten Kulturvölkern geht die Divergenz der Gesichtsbildung bei allen stammverwandten Individuen so weit, daß wir nur selten in die Verlegenheit kommen, zwei Gesichter gänzlich miteinander zu verwechseln.

Als zweites oberstes Grundgesetz tritt uns in der Völkergeschichte das große Gesetz des Fortschritts oder der Vervollkommnung entgegen. Im großen und ganzen ist die Geschichte der Menschheit die Ge-

schichte ihrer fortschreitenden Entwicklung. Freilich kommen überall und zu jeder Zeit Rückschritte im einzelnen vor, oder es werden schiefe Bahnen des Fortschritts eingeschlagen, welche nur einer einseitigen und äußerlichen Vervollkommnung entgegenführen und dabei von dem höheren Ziele der inneren und wertvolleren Veredelung sich mehr und mehr entfernen. Allein im großen und ganzen ist und bleibt die Entwicklungsbewegung der ganzen Menschheit eine fortschreitende, indem der Mensch sich immer weiter von seinen affenartigen Vorfahren entfernt und immer mehr seinen selbstgesteckten idealen Zielen nähert.

Gegen die Bedeutung des Fortschrittsgesetzes in der Kulturgeschichte wird bisweilen der mächtige Rückschritt geltend gemacht, welchen das dunkle Mittelalter gegenüber dem strahlenden Glanze des klassischen Altertums darbietet. Allein abgesehen von den verhängnisvollen inneren und äußeren Ursachen, welche den beklagenswerten Untergang des letzteren herbeiführen mußten, erklärt sich der Rückschritt des Mittelalters größtenteils aus der Naturverachtung, welche das Christentum predigte, und aus der Gewaltherrschaft über alles freie Geistesleben, welche dessen allmächtige Hierarchie ausübte. Im stillen entwickelten sich dennoch auch in dieser düsteren Periode der Kulturgeschichte viele Keime der Wiedergeburt, die nach der Reformation sich zu neuen Kulturblüten entfalteten. Außerdem kann aber der Zeitraum von kaum einem Jahrtausend, welcher die dunkelste Zeit des Mittelalters umfaßt, in den Augen des Naturforschers nur als eine kurze Zeitspanne gelten, verglichen mit den mehreren hunderttausend Jahren, welche nach den neuesten urgeschichtlichen Forschungen bereits seit dem Auftreten des Menschengeschlechts verflossen sind.

Wenn Sie nun erkennen wollen, durch welche Ursachen eigentlich diese beiden großen Entwicklungsgesetze der Menschheit, das Sonderungsgesetz und das Fortschrittsgesetz, bedingt sind, so müssen Sie

dieselben mit den entsprechenden Entwicklungsgesetzen der Tierheit vergleichen. Sie werden dann bei tieferem Eingehen notwendig zu dem Schlusse kommen, daß sowohl die Erscheinungen wie ihre Ursachen in beiden Fällen ganz dieselben sind. Ebenso in dem Entwicklungsgange der Menschenwelt, wie in demjenigen der Tierwelt, sind die beiden Grundgesetze der Differenzierung und Vervollkommnung lediglich durch rein mechanische Ursachen bedingt, lediglich die notwendigen Folgen der natürlichen Zuchtwahl im Kampf ums Dasein.

Vielleicht hat sich Ihnen bei der vorhergehenden Betrachtung die Frage aufgedrängt: „Sind nicht diese beiden Gesetze identisch? Ist nicht immer der Fortschritt notwendig mit der Divergenz verbunden?" Diese Frage ist oft bejaht worden, und Karl Ernst Baer z. B., einer der größten Forscher im Gebiete der Entwicklungsgeschichte, hat als eines der obersten Gesetze, die den Bildungsgang des werdenden Tierkörpers beherrschen, den Satz ausgesprochen: „Der Grad der Ausbildung (oder Vervollkommnung) besteht in der Stufe der Sonderung (oder Differenzierung der Teile)." So richtig dieser Satz im ganzen ist, so hat er dennoch keine allgemeine Gültigkeit. Vielmehr zeigt sich in vielen einzelnen Fällen, daß Divergenz und Fortschritt keineswegs durchweg zusammenfallen. Nicht jeder Fortschritt ist eine Differenzierung, und nicht jede Differenzierung ist ein Fortschritt.

Was zunächst die Vervollkommnung oder Fortbildung betrifft, so hat man schon früher, durch rein anatomische Betrachtungen geleitet, das Gesetz aufgestellt, daß allerdings die Vervollkommnung des Organismus größtenteils auf der Arbeitsteilung der einzelnen Organe und Körperteile beruht, daß es jedoch auch andere organische Umbildungen gibt, welche einen Fortschritt in der Organisation bedeuten. Eine solche ist besonders die Zahlverminderung gleichartiger Teile. Vergleichen Sie z. B. die niederen krebsartigen Gliedertiere, welche sehr zahlreiche

Beinpaare tragen, und die Tausendfüßer (Myriapoden), mit den Spinnen, die stets nur vier Beinpaare, und mit den Insekten, die stets nur drei Beinpaare besitzen. Hier finden Sie dieses Gesetz, wie durch zahlreiche ähnliche Beispiele, bestätigt. Die Zahlreduktion der Beinpaare ist ein Fortschritt in der Organisation der Gliedertiere. Ebenso ist die Zahlreduktion der gleichartigen Wirbelabschnitte des Rumpfes bei den Wirbeltieren ein Fortschritt in deren Organisation. Die Fische und Amphibien mit einer sehr großen Anzahl von gleichartigen Wirbeln sind schon deshalb unvollkommener und niedriger als die Vögel und Säugetiere, bei denen die Wirbel nicht nur im ganzen viel mehr differenziert, sondern auch die Zahl der gleichartigen Wirbel viel geringer ist. Nach demselben Gesetze der Zahlverminderung gelten ferner die Blüten mit zahlreichen Staubfäden für unvollkommener als die Blüten der verwandten Pflanzen mit einer geringen Staubfädenzahl usw.

Ein anderes wichtiges Fortschrittsgesetz, welches von der Differenzierung ganz unabhängig, ja sogar dieser gewissermaßen entgegengesetzt erscheint, ist das Gesetz der Zentralisation. Im allgemeinen ist der ganze Organismus um so vollkommener, je einheitlicher er organisiert ist, je mehr die Teile dem Ganzen untergeordnet, je mehr die Funktionen und ihre Organe zentralisiert sind. So ist z. B. das Blutgefäßsystem da am vollkommensten, wo ein zentralisiertes Herz existiert. Ebenso ist die zusammengedrängte Markmasse, welche das Rückenmark der Wirbeltiere und das Bauchmark der höheren Gliedertiere bildet, vollkommener, als die dezentralisierte Ganglienkette der niederen Gliedertiere und das zerstreute Gangliensystem der Weichtiere. Der Medusenstaat der Siphonophoren, ebenso wie der menschliche Kulturstaat, ist um so leistungsfähiger und vollkommener, je stärker er zentralisiert ist. Indessen darf man dabei nicht vergessen, daß der Begriff der Vollkommenheit nur relativ, nicht absolut ist. Bei der Schwierigkeit, welche die Erläuterung der verwickel-

ten Fortschrittsgesetze im einzelnen hat, kann ich hier nicht weiter darauf eingehen; Näheres darüber finden Sie in Bronns trefflichen „Morphologischen Studien" und in meiner „Generellen Morphologie" (I, 370, 550; II, 257—266).

Während also einerseits Fortschrittserscheinungen ganz unabhängig von der Divergenz auftreten, so begegnen wir andrerseits sehr häufig Differenzierungen, welche keine Vervollkommnungen, sondern vielmehr das Gegenteil, Rückbildung sind. Es ist leicht einzusehen, daß die Umbildungen, welche jede Tier- und Pflanzenart erleidet, nicht immer Verbesserungen sein können. Vielmehr sind diese Differenzierungserscheinungen zwar von unmittelbarem Vorteil für den Organismus, aber insofern schädlich, als sie die allgemeine Leistungsfähigkeit desselben beinträchtigen. Häufig findet ein Rückschritt zu einfacheren Lebensbedingungen und durch Anpassung an dieselben eine Differenzierung in rückschreitender Richtung statt. Wenn z. B. Organismen, die bisher frei lebten, sich an das Schmarotzerleben gewöhnen, so bilden sie sich dadurch zurück. Solche Tiere, die bisher ein wohlentwickeltes Nervensystem und scharfe Sinnesorgane sowie freie Bewegung besaßen, verlieren dieselben durch den Parasitismus; sie bilden sich dadurch mehr oder minder zurück. Hier ist, für sich betrachtet, die Differenzierung ein Rückschritt, obwohl sie für den parasitischen Organismus selbst von Vorteil ist. Im Kampf ums Dasein würde ein solches Tier, das sich gewöhnt hat, auf Kosten anderer zu leben, durch Beibehaltung seiner Augen und Bewegungswerkzeuge, die ihm nichts mehr nützen, nur an Material verlieren; und wenn es diese Organe einbüßt, so kommt dafür eine Masse von Ernährungsmaterial, das zur Erhaltung dieser Teile verwandt wurde, anderen Teilen zugute. Im Kampf ums Dasein zwischen den verschiedenen Parasiten werden daher diejenigen, welche am wenigsten Ansprüche machen, im Vorteil vor den anderen sein, und dies begünstigt natürlich ihre Rückbildung.

Ebenso wie in diesem Falle mit den ganzen Organismen, so verhält es sich auch mit den Körperteilen im einzelnen Organismus. Auch eine Differenzierung dieser Teile, welche zu einer teilweisen Rückbildung und schließlich selbst zum Verlust einzelner Organe führt, ist an sich betrachtet ein Rückschritt; sie kann aber für den Organismus im Kampf ums Dasein von Vorteil sein. Man kämpft leichter und besser, wenn man unnützes Gepäck fortwirft. Daher begegnen wir überall im entwickelteren Tier- und Pflanzenkörper Divergenzprozessen, welche wesentlich die Rückbildung und schließlich den Verlust einzelner Teile bewirken. Hier treten uns vor allem die höchst wichtigen und lehrreichen Erscheinungen der rudimentären oder verkümmerten Organe entgegen.

Sie erinnern sich, daß ich schon im ersten Vortrage diese außerordentlich merkwürdigen Tatsachen als eine der wichtigsten Erscheinungsreihen in theoretischer Beziehung hervorgehoben habe, als einen der schlagendsten Beweisgründe für die Wahrheit der Abstammungslehre. Wir bezeichneten als rudimentäre oder „fehlgeschlagene" Organe solche Körperteile, die für einen bestimmten Zweck eingerichtet und dennoch ganz zwecklos sind. Ich erinnere Sie an die Augen derjenigen Tiere, welche in Höhlen oder unter der Erde im Dunkeln leben und daher niemals ihre Augen gebrauchen können. Bei diesen Tieren finden wir unter der Haut versteckt wirkliche Augen, oft gerade so gebildet wie die Augen der wirklich sehenden Tiere; und dennoch funktionieren diese Augen niemals und können nicht funktionieren, schon einfach aus dem Grunde, weil dieselben von dem undurchsichtigen Felle überzogen sind und daher kein Lichtstrahl in sie hineinfällt. Bei den Vorfahren dieser Tiere, welche frei am Tageslichte lebten, waren die Augen wohl entwickelt, von der durchsichtigen Hornhaut überzogen und dienten wirklich zum Sehen. Aber als sie sich nach und nach an unterirdische Lebensweise gewöhnten, sich dem Tageslicht entzogen und ihre Augen nicht mehr brauchten,

wurden dieselben rückgebildet und zum Sehen untauglich.

Sehr anschauliche Beispiele von rudimentären Organen sind ferner die Flügel von Tieren, welche nicht fliegen können, z. B. unter den Vögeln die Flügel der straußartigen Laufvögel (Strauß, Kasuar usw.). Diese Vögel haben sich das Fliegen abgewöhnt und haben dadurch den Gebrauch der Flügel verloren, während sich dagegen durch Angewöhnung an schnelles Laufen die Beine außerordentlich entwickelt haben. Aber trotzdem sind die Flügel noch da, obwohl in verkümmerter Form. Sehr häufig finden sich solche verkümmerte Flügel in der Klasse der Insekten, von denen die meisten fliegen können. Aus vergleichend anatomischen und anderen Gründen können wir mit Sicherheit den Schluß ziehen, daß alle jetzt lebenden Insekten (alle Heuschrecken, Käfer, Bienen, Wanzen, Fliegen, Schmetterlinge usw.) von einer einzigen gemeinsamen Elternform, einem Stamminsekt abstammen, welches zwei entwickelte Flügelpaare und drei Beinpaare besaß. Nun gibt es aber sehr zahlreiche Insekten, bei denen entweder eines oder beide Flügelpaare mehr oder minder rückgebildet, und viele, bei denen sie sogar völlig verschwunden sind. In der ganzen Ordnung der Fliegen oder Dipteren z. B. ist das hintere Flügelpaar, bei den Drehflüglern oder Strepsipteren dagegen das vordere Flügelpaar verkümmert oder fast ganz verloren. Außerdem finden Sie in jeder Insektenordnung einzelne Gattungen oder Arten, bei welchen die Flügel mehr oder minder rückgebildet oder verschwunden sind; insbesondere ist letzteres bei Parasiten der Fall. Oft sind die Weibchen flügellos, während die Männchen geflügelt sind, z. B. bei den Leuchtkäfern oder Johanniskäfern (Lampyris), bei den Strepsipteren usw.

Offenbar ist diese teilweise oder gänzliche Rückbildung der Insektenflügel durch natürliche Züchtung im Kampf ums Dasein entstanden. Denn wir finden die Insekten vorzugsweise dort ohne Flügel, wo das Fliegen ihnen nutzlos oder sogar entschieden

schädlich sein würde. Wenn z. B. Insekten, welche Inseln bewohnen, viel und gut fliegen, so kann es leicht vorkommen, daß sie beim Fliegen durch den Wind in das Meer geweht werden. Nun ist aber tatsächlich sowohl die Fähigkeit als die Neigung zum Fluge individuell verschieden entwickelt. Also haben die schlechtfliegenden Individuen einen Vorzug vor den gutfliegenden; sie werden weniger leicht in das Meer geweht und bleiben länger am Leben als die gutfliegenden Individuen derselben Art. Im Verlaufe vieler Generationen muß durch die Wirksamkeit der natürlichen Züchtung dieser Umstand notwendig zu einer vollständigen Verkümmerung der Flügel führen. Wir hätten uns diesen Schluß rein theoretisch entwickeln können und finden ihn nun durch viele Beobachtungen bestätigt. In der Tat ist auf isoliert gelegenen Inseln das Verhältnis der flügellosen Insekten zu den mit Flügeln versehenen ganz auffallend groß, viel größer als bei den Insekten des Festlandes. So sind z. B. nach Wollaston von den 550 Käferarten, welche die Insel Madeira bewohnen, 200 flügellos oder mit so unvollkommenen Flügeln versehen, daß sie nicht mehr fliegen können; und von 29 Gattungen, welche jener Insel ausschließlich eigentümlich sind, enthalten nicht weniger als 23 nur solche Arten. Offenbar ist dieser merkwürdige Umstand nicht durch die besondere Weisheit des Schöpfers zu erklären, sondern durch die natürliche Züchtung. Der erbliche Nichtgebrauch der Flügel, die Abgewöhnung des Fliegens im Kampfe mit den gefährlichen Winden, hat hier den trägeren Käfern einen großen Vorteil im Kampfe ums Dasein gewährt. Bei anderen flügellosen Insekten war der Flügelmangel wieder aus anderen Gründen vorteilhaft. An sich betrachtet ist der Verlust der Flügel ein Rückschritt; aber für den Organismus unter diesen besonderen Lebensverhältnissen ist er ein großer Vorteil im Kampf ums Dasein.

Von anderen rudimentären Organen will ich hier noch beispielsweise die Lungen der Schlangen und

der schlangenartigen Eidechsen erwähnen. Alle Wirbeltiere, welche Lungen besitzen, Amphibien, Reptilien, Vögel und Säugetiere, haben ein Paar Lungen, eine rechte und eine linke. Wenn aber der Körper sich außerordentlich verdünnt und in die Länge streckt, wie bei den Schlangen und schlangenartigen Eidechsen, so hat die eine Lunge neben der anderen nicht mehr Platz, und es ist für den Mechanismus der Atmung ein offenbarer Vorteil, wenn nur eine Lunge entwickelt ist. Eine einzige große Lunge leistet hier mehr, als zwei kleine nebeneinander, und daher finden wir bei diesen Tieren fast durchgängig die rechte oder die linke Lunge allein ausgebildet. Die andere ist ganz verkümmert, obwohl als unnützes Rudiment vorhanden. Aus anderen Gründen ist fast bei allen Vögeln der rechte Eierstock verkümmert und ohne Funktion; der linke Eierstock allein ist entwickelt und liefert alle Eier.

Daß auch der Mensch solche ganz unnütze und überflüssige rudimentäre Organe besitzt, habe ich bereits im ersten Vortrage erwähnt und damals die Muskeln, welche die Ohren bewegen, als solche angeführt. Außerdem gehört hierher das merkwürdige Rudiment des Schwanzes, welches der Mensch in seinen drei bis fünf Schwanzwirbeln besitzt, und welches beim menschlichen Embryo während der beiden ersten Monate der Entwicklung noch frei hervorsteht. Späterhin verbirgt es sich vollständig im Fleische. Dieses verkümmerte Schwänzchen des Menschen ist ein unwiderleglicher Zeuge für die unleugbare Tatsache, daß er von geschwänzten Voreltern abstammt. Beim Weibe ist das Schwänzchen gewöhnlich um einen Wirbel länger als beim Manne; häufig sind am weiblichen Steißbein fünf einzelne Wirbel deutlich zu unterscheiden, am männlichen meistens nur vier. Auf früheren Stufen der Keimbildung ist ihre Zahl noch größer. Auch rudimentäre Muskeln sind am Schwanze des Menschen noch vorhanden, welche denselben vormals bewegten. Die schwanzlosen Menschenaffen (Gorilla, Schimpanse, Orang, Gibbon) ver-

halten sich auch in dieser Beziehung ganz ähnlich wie der Mensch.

Ein anderes rudimentäres Organ des Menschen, welches aber bloß dem Manne zukommt, und welches ebenso bei sämtlichen männlichen Säugetieren sich findet, sind die Milchdrüsen an der Brust. Bekanntlich sind diese in der Regel bloß beim weiblichen Geschlecht in Tätigkeit. Indessen kennt man von verschiedenen Säugetieren, namentlich vom Menschen, vom Schafe und von der Ziege, einzelne Fälle, in denen die Milchdrüsen auch beim männlichen Geschlechte wohl entwickelt waren und Milch zur Ernährung des Jungen lieferten. Humboldt traf im südamerikanischen Urwald einen einsamen Ansiedler, dessen Frau im Wochenbett gestorben war. In der Verzweiflung hatte er das neugeborene Kind an seine Brust gelegt; und durch den andauernden Reiz, den dessen fortgesetzte Saugbewegungen auf die rudimentäre Milchdrüse ausübten, war deren erloschene Tätigkeit wieder ins Leben getreten.

Einen ähnlichen interessanten Fall bieten die früher schon erwähnten rudimentären Muskeln der menschlichen Ohrmuschel; gewöhnlich ist ihre frühere Tätigkeit ganz erloschen; aber trotzdem können sie von einzelnen Personen infolge andauernder Übung noch zur Bewegung der Ohren verwendet werden. Überhaupt sind die rudimentären Organe bei verschiedenen Individuen derselben Art oft sehr verschieden entwickelt, bei den einen ziemlich groß, bei den anderen sehr klein. Dieser Umstand ist für ihre Erklärung sehr wichtig, ebenso wie der andere Umstand, daß sie allgemein bei den Embryonen, oder überhaupt in sehr früher Lebenszeit, viel größer und stärker im Verhältnis zum übrigen Körper sind, als bei den ausgebildeten und erwachsenen Organismen. Insbesondere ist dies leicht nachzuweisen an den rudimentären Geschlechtsorganen der Pflanzen (Staubfäden und Griffeln), welche ich früher bereits angeführt habe. Diese sind verhältnismäßig viel größer in der jungen Blütenknospe als in der entwickelten Blüte.

Schon damals bemerkte ich, daß die rudimentären oder verkümmerten Organe zu den stärksten Stützen der monistischen oder mechanistischen Weltanschauung gehören. Wenn die Gegner derselben, die Dualisten und Teleologen, das ungeheure Gewicht dieser Tatsachen begriffen, müßten sie dadurch allein schon bekehrt werden. Die lächerlichen Erklärungsversuche derselben, daß die rudimentären Organe vom Schöpfer „der Symmetrie halber" oder „zur formalen Ausstattung" oder „aus Rücksicht auf seinen allgemeinen Schöpfungsplan" den Organismen verliehen seien, beweisen zur Genüge die völlige Ohnmacht jener verkehrten Weltanschauung. Ich muß hier wiederholen, daß, wenn wir auch gar nichts von den übrigen Entwicklungserscheinungen wüßten, wir ganz allein schon auf Grund der rudimentären Organe die Deszendenztheorie für wahr halten müßten. Kein Gegner derselben hat vermocht, auch nur einen schwachen Schimmer von einer annehmbaren Erklärung auf diese äußerst merkwürdigen und bedeutenden Erscheinungen fallen zu lassen. Es gibt beinahe keine irgend höher entwickelte Tier- oder Pflanzenform, die nicht irgendwelche rudimentären Organe hätte, und fast immer läßt sich nachweisen, daß dieselben Produkte der natürlichen Züchtung sind, daß sie durch Nichtgebrauch oder durch Abgewöhnung verkümmert sind.

Die Erscheinungen dieser Rückbildung verhalten sich gerade umgekehrt wie diejenigen der Fortbildung, welche wir bei der Entstehung neuer Organe durch Angewöhnung an besondere Lebensbedingungen und durch den Gebrauch noch unentwickelter Teile wahrnehmen. Zwar wird häufig von unsern Gegnern behauptet, daß die Entstehung ganz neuer Teile ganz und gar nicht durch die Deszendenztheorie zu erklären sei. Indessen bietet diese Erklärung für denjenigen, der vergleichend-anatomische und physiologische Kenntnisse besitzt, gewöhnlich keine Schwierigkeit. Jeder, der mit der vergleichenden Anatomie und Entwicklungsgeschichte vertraut

ist, findet in der Entstehung ganz neuer Organe durch aktuelle Anpassung ebensowenig Unbegreifliches, als hier auf der anderen Seite in dem völligen Schwunde der rudimentären Organe. Das Vergehen der letzteren ist, an sich betrachtet, das Gegenteil vom Entstehen der ersteren. Beide Prozesse sind Differenzierungserscheinungen, die wir gleich allen übrigen ganz einfach und mechanisch aus der Wirksamkeit der natürlichen Züchtung im Kampf um das Dasein erklären können. Nicht ein planvoll bauender Schöpfer bewirkt dieselben, sondern die planlose Wechselwirkung der funktionellen Anpassung und der progressiven Vererbung.

Wenn wir das erste Auftreten neuer Organe genauer ins Auge fassen, so bemerken wir meistens weiter nichts, als das stärkere Wachstum eines Teiles an einem bereits bestehenden Organe. Indem aber dieser Teil nach den Gesetzen der Arbeitsteilung und des Arbeitswechsels andere Funktionen übernimmt, wird alsbald die Formspaltung sichtbar, welche nach dem Selektionsprinzip allmählich zur Ausbildung eines neuen Organs führt. Diese Fortbildung wird ebenso durch die physiologischen Gesetze des Wachstums und der Ernährung bestimmt, wie im umgekehrten Falle die Rückbildung bei den rudimentären Organen. Die bedeutungsvolle Wechselwirkung zwischen Organ und Funktion hatte schon Lamarck richtig erkannt.

Die allgemeine Bedeutung der verkümmerten oder rudimentären Organe für wichtige Grundfragen der Naturphilosophie kann nicht hoch genug angeschlagen werden. Es läßt sich darauf eine besondere „Unzweckmäßigkeitslehre" gründen, als Gegenstück gegen die alte landläufige „Zweckmäßigkeitslehre". Während uns diese letztere, die dualistische Teleologie, schließlich zum übernatürlichen Dogma und Wunderglauben führt, gewinnen wir durch die erstere, die monistische Dysteleologie, ein festes Fundament für unsere mechanische Naturerklärung. Nicht die Weisheit eines göttlichen, menschenähnlich

gedachten Schöpfers hat die Organisation der unzähligen Lebensformen erdacht und ausgeführt; vielmehr sind ihre verwickelten — teils sehr zweckmäßigen, teils aber auch sehr unzweckmäßigen! — Einrichtungen das unbewußte Ergebnis der blind wirkenden Selektion. Wir bedürfen zu ihrer Erklärung auch nicht einer mystischen „Zielstrebigkeit", einer bewußten „Finalität" oder eines „inneren psychischen Bildungstriebes", wie er in den verschiedenen Richtungen des älteren und des neueren Vitalismus angenommen wird. Vielmehr erklären sich die wirklich vorhandenen (unbewußten) Empfindungen und Strebungen der lebenden Substanz, die dabei tätig sind, vollkommen durch die „Mneme des Plasma", durch das Gedächtnis aller lebendigen Materie, wie Hering und Semon gezeigt haben. Das naturgemäße Verständnis derselben führt uns durch die „teleologische Mechanik" zum reinen Monismus.

DREIZEHNTER VORTRAG

Keimesgeschichte und Stammesgeschichte.

Die weiten Kreise der Gebildeten, welche heutzutage unseren Entwicklungslehren ein mehr oder weniger lebhaftes Interesse entgegenbringen, kennen leider die Tatsachen der organischen Entwicklung aus eigener Anschauung fast gar nicht. Der Mensch selbst wird, gleich den übrigen Säugetieren, in bereits entwickelter Form geboren. Das Hühnchen schlüpft, gleich den übrigen Vögeln, in fertiger, entwickelter Form aus dem Ei. Aber die wunderbaren Vorgänge, durch welche diese fertigen Tierformen entstehen, sind den meisten ganz unbekannt. Und doch liegt in diesen wenig beachteten Vorgängen eine Quelle der Erkenntnis verborgen, welche von keiner anderen an allgemeiner Bedeutung übertroffen wird. Denn hier liegt die Entwicklung als greifbare Tatsache vor unseren Augen, und wir brauchen bloß eine Anzahl Hühnereier in die Brütmaschine zu legen und ihre Ausbildung drei Wochen lang aufmerksam mit dem Mikroskope zu verfolgen, um das Wunder zu verstehen, durch welches sich aus einer einzigen einfachen Zelle ein hochorganisierter Vogel entwickelt. Schritt für Schritt können wir diese wunderbare Verwandlung mit Augen verfolgen; und Schritt für Schritt können wir unmittelbar nachweisen, wie ein Organ sich aus dem andern entwickelt.

Schon aus diesem Grunde, weil auf diesem Gebiete allein die Tatsachen der Entwicklung uns in greifbarer Wirklichkeit vor Augen treten, halte ich es für unerläßlich, Ihre besondere Aufmerksamkeit auf jene

unendlich wichtigen und interessanten Vorgänge hinzulenken, auf die Ontogenesis oder die individuelle Entwicklung der Organismen; und ganz vorzüglich auf die Keimesgeschichte der Wirbeltiere, mit Einschluß des Menschen. Ich möchte diese außerordentlich merkwürdigen und lehrreichen Erscheinungen, deren ausführliche Darstellung Sie in meiner „Anthropogenie" finden, ganz besonders Ihrem eingehendsten Nachdenken empfehlen; denn einerseits gehören dieselben zu den stärksten Stützen der Deszendenztheorie und der monistischen Weltanschauung überhaupt; andererseits sind sie bisher nur von wenigen Gebildeten entsprechend ihrer unermeßlichen allgemeinen Bedeutung gewürdigt worden.

Man muß in der Tat erstaunen, wenn man die tiefe Unkenntnis erwägt, welche noch gegenwärtig in den weitesten Kreisen über die Tatsachen der individuellen Entwicklung des Menschen und der Organismen überhaupt herrscht. Diese Tatsachen, deren allgemeine Bedeutung man gar nicht hoch genug anschlagen kann, wurden in ihren wichtigsten Grundzügen schon im Jahre 1759 von dem großen deutschen Naturforscher Kaspar Friedrich Wolff in seiner klassischen „Theoria generationis" festgestellt. Aber gleichwie Lamarcks 1809 begründete Deszendenztheorie ein halbes Jahrhundert hindurch vergessen schlummerte und erst 1859 durch Darwin zu neuem unsterblichen Leben erweckt wurde, so blieb auch Wolffs Theorie der Epigenesis fast ein halbes Jahrhundert hindurch unbekannt. Erst nachdem Oken 1806 seine Entwicklungsgeschichte des Darmkanals veröffentlicht und Meckel 1812 Wolffs Arbeit über denselben Gegenstand ins Deutsche übersetzt hatte, wurde Wolffs Theorie allgemeiner bekannt und bildet seitdem die Grundlage aller folgenden Untersuchungen über individuelle Entwicklungsgeschichte. Das Studium der Keimesgeschichte nahm nun einen mächtigen Aufschwung, und bald erschienen die klassischen Untersuchungen der beiden Freunde Christian Pander (1817) und Carl Ernst Baer (1819).

Insbesondere wurden durch Baers epochemachende „Entwicklungsgeschichte der Tiere" (1828) die bedeutendsten, die Ontogenie der Wirbeltiere betreffenden Tatsachen durch so vortreffliche Beobachtungen festgestellt und durch so vorzügliche philosophische Reflexionen erläutert, daß sie für das Verständnis dieser wichtigsten Tiergruppe, zu welcher ja auch der Mensch gehört, die unentbehrliche Grundlage wurde. Jene Tatsachen würden für sich allein schon ausreichen, die Frage von der Stellung des Menschen in der Natur und somit das höchste aller Probleme zu lösen.

Nun darf man wohl fragen: Was wissen unsere sogenannten „gebildeten" Kreise, die auf die hohe Kultur der Gegenwart sich so viel einbilden, von diesen wichtigsten biologischen Tatsachen, von diesen unentbehrlichen Grundlagen für das Verständnis ihres eigenen Organismus? Was wissen unsere spekulativen Philosophen und Theologen davon, welche durch reine Spekulationen oder durch göttliche Inspirationen das Verständnis des menschlichen Organismus gewinnen zu können meinen? Ja, was wissen selbst die meisten Naturforscher davon, viele sogenannte „Zoologen" nicht ausgenommen?

Die Antwort auf diese Frage fällt sehr beschämend aus, und wir müssen wohl oder übel eingestehen, daß jene unschätzbaren Tatsachen der menschlichen Keimesgeschichte noch heute den meisten ganz unbekannt sind. Selbst von vielen, welche sie kennen, werden sie doch keineswegs in gebührender Weise gewürdigt. Hierbei werden wir deutlich gewahr, auf welchem schiefen und einseitigen Wege sich die vielgerühmte Bildung unserer Zeit noch gegenwärtig befindet. Unwissenheit und Aberglaube sind die Grundlagen, auf denen sich die meisten Menschen das Verständnis ihres eigenen Organismus und seiner Beziehungen zur Gesamtheit der Dinge aufbauen, und jene handgreiflichen Tatsachen der Entwicklungsgeschichte, welche das Licht der Wahrheit darüber verbreiten könnten, werden ignoriert.

Die Hauptschuld an dieser bedauerlichen und unheilvollen Tatsache trifft unstreitig unsere höhere Schulbildung, vor allen die sogenannte „klassische Gymnasialbildung". Tief befangen in der Scholastik des Mittelalters, kann diese sich immer noch nicht entschließen, die ungeheueren Fortschritte, welche die Naturerkenntnis im neunzehnten Jahrhundert gemacht hat, in sich aufzunehmen. Immer noch gilt als Hauptaufgabe nicht die umfassende Kenntnis der Natur, von der wir selbst einen Teil bilden, und der heutigen Kulturwelt, in der wir leben; sondern vielmehr die genaueste Kenntnis der alten Staatengeschichte, und vor allem der lateinischen und griechischen Grammatik. Gewiß ist die gründliche Kenntnis des klassischen Altertums ein höchst wichtiger und unentbehrlicher Bestandteil unserer höheren Bildung; allein das liebevolle Verständnis desselben verdanken wir in viel höherem Grade den Malern und Bildhauern, den epischen und dramatischen Dichtern, als den klassischen Philologen und den gefürchteten Grammatikern. Um aber jene Dichter zu genießen und zu verstehen, brauchen wir sie ebensowenig im Urtext zu lesen als die Bibel. Der ungeheuere Aufwand von Zeit und Arbeitskraft, welchen der luxuriöse Sport der klassischen Grammatik erfordert, würde unendlich zweckmäßiger auf das Studium des wundervollen Erscheinungsgebiets verwendet, welches uns die Riesenfortschritte der Naturkunde, insbesondere der Geologie, Biologie und Anthropologie, im letzten halben Jahrhundert erst zugänglich gemacht haben.

Leider wird aber das Mißverhältnis zwischen der täglich sich erweiternden Erkenntnis der realen Welt, und dem beschränkten Standpunkte unserer sogenannten idealen Jugendbildung von Tag zu Tag größer. Gerade diejenigen Gebildeten, welche im praktischen Kulturleben die einflußreichste Rolle spielen, die Theologen und Juristen, und ebenso die bevorzugten Lehrer, die Philologen und Historiker, wissen von den wichtigsten Erscheinungen der wirk-

lich existierenden Welt und von der wahren Naturgeschichte am wenigsten. Der Bau und die Entstehung unseres Erdkörpers, wie unseres eigenen menschlichen Körpers, durch die erstaunlichen Fortschritte der modernen Geologie und Anthropologie zu einem der interessantesten Wissensobjekte erhoben, bleibt den meisten unbekannt. Von dem menschlichen Ei und seiner Entwicklung zu sprechen, gilt entweder als eine lächerliche Fabel oder als eine grobe Unanständigkeit. Und doch offenbart uns dieselbe eine Reihe von wirklich erkannten Tatsachen, welche von keinen anderen im weiten Gebiete den menschlichen Erkenntnis an allgemeinem Interesse und an hoher Bedeutung übertroffen werden.

Allerdings sind diese bedeutungsvollen Tatsachen nicht geeignet, Wohlgefallen bei denjenigen zu erregen, welche einen durchgreifenden Unterschied zwischen dem Menschen und der übrigen Natur annehmen und namentlich den tierischen Ursprung des Menschengeschlechts nicht zugeben wollen. Insbesondere müssen bei denjenigen Völkern, bei denen infolge von falscher Auffassung der Erblichkeitsgesetze eine erbliche Kasteneinteilung existiert, die Mitglieder der herrschenden privilegierten Kasten dadurch sehr unangenehm berührt werden. Bekanntlich geht heute noch in vielen Kulturländern die erbliche Abstufung der Stände so weit, daß z. B. der Adel ganz anderer Natur als der Bürgerstand zu sein glaubt, und daß Edelleute, welche ein entehrendes Verbrechen begehen, zur Strafe dafür aus der Adelskaste ausgestoßen und in die Pariakaste des „gemeinen" Bürgerstandes hinabgeschleudert werden. Was sollen diese Edelleute noch von dem Vollblut, das in ihren privilegierten Adern rollt, denken, wenn sie erfahren, daß alle menschlichen Embryonen, adelige ebenso wie bürgerliche, während der ersten beiden Monate der Entwicklung von den geschwänzten Embryonen des Hundes und anderer Säugetiere kaum zu unterscheiden sind?

Da die Absicht dieser Vorträge lediglich ist, die allgemeine Erkenntnis der natürlichen Wahrheiten zu fördern und eine naturgemäße Anschauung von den Beziehungen des Menschen zur übrigen Natur in weiteren Kreisen zu verbreiten, so werden Sie es hier gewiß gerechtfertigt finden, wenn ich jene weit verbreitete Vorurteile von einer privilegierten Ausnahmestellung des Menschen in der Schöpfung nicht berücksichtige. Vielmehr werde ich Ihnen einfach die embryologischen Tatsachen vorführen, aus denen Sie selbst sich die Schlüsse von der Grundlosigkeit jener Vorurteile bilden können. Ich möchte Sie um so mehr bitten, über diese Tatsachen der Keimesgeschichte eingehend nachzudenken, als es meine feste Überzeugung ist, daß die allgemeine Kenntnis derselben nur die intellektuelle Veredelung und somit die geistige Vervollkommnung des Menschengeschlechts fördern kann.

Aus dem unendlich reichen und interessanten Erfahrungsmaterial, das uns die Keimesgeschichte der Wirbeltiere bietet, will ich zunächst einige Tatsachen hervorheben, welche sowohl für die Deszendenztheorie im allgemeinen als für deren Anwendung auf den Menschen von der höchsten Bedeutung sind. Jeder Mensch ist im Beginn seiner individuellen Existenz ein einfaches Ei, eine kugelige kleine Zelle, so gut wie jeder andere tierische Organismus, welcher auf dem Wege der geschlechtlichen Zeugung entsteht. Das menschliche Ei ist wesentlich demjenigen aller andern Säugetiere gleich und namentlich von dem Ei der höheren Säugetiere meistens nicht zu unterscheiden. Nicht allein die Form und Struktur, sondern auch die Größe des Eies ist bei den meisten Säugetieren dieselbe wie beim Menschen, nämlich ungefähr $^1/_5$ mm Durchmesser, der 120. Teil eines Zolles, so daß man das Ei unter günstigen Umständen mit bloßem Auge eben als ein feines Pünktchen wahrnehmen kann. Die Unterschiede, welche zwischen den Eiern der verschiedenen Säugetiere und Menschen wirklich vorhanden

sind, bestehen nicht in der Formbildung, sondern in der besonderen chemischen Mischung des Plasma, in der molekularen Zusammensetzung der eiweißartigen Kohlenstoffverbindung, aus welcher das Ei wesentlich besteht. Diese feinen individuellen Unterschiede aller Eier, besonders in der Molekularstruktur des Kernes, beruhen wahrscheinlich auf der indirekten oder potentiellen Anpassung (und zwar speziell auf dem Gesetze der individuellen Variation); sie sind zwar für die außerordentlich groben Erkenntnismittel des Menschen nicht direkt sinnlich wahrnehmbar, aber durch wohlbegründete indirekte Schlüsse als die elementaren materiellen Ursachen des ursprünglichen Unterschiedes aller Individuen erkennbar.

Das Ei des Menschen ist, wie das aller andern Säugetiere, ein kugeliges Bläschen, welches alle wesentlichen Bestandteile einer einfachen organischen Zelle enthält. Der wesentlichste Teil desselben ist die schleimartige Zellsubstanz oder das Protoplasma, welches beim Ei „Dotter" genannt wird, und der davon umschlossene Zellenkern oder Nukleus, welcher hier den besonderen Namen des „Keimbläschens" führt. Dies letztere ist ein zartes, glashelles Eiweißkügelchen von ungefähr 0,01 mm Durchmesser und umschließt noch ein viel kleineres, scharf abgegrenztes, rundes Körnchen, das Kernkörperchen oder den Nukleolus der Zelle (beim Ei „Keimfleck" genannt). Nach außen ist die kugelige Eizelle des Säugetiers durch eine dicke, glasartige Haut, die Zellenmembran oder Dotterhaut, abgeschlossen, welche hier den besonderen Namen der Zona pellucida führt. Die Eier vieler niederen Tiere (z. B. vieler Medusen) sind dagegen nackte Zellen, ohne jede äußere Hülle.

Sobald das Ei (Ovulum) des Säugetieres seinen vollen Reifegrad erlangt hat, tritt dasselbe aus dem Eierstock des Weibes, in dem es entstand, heraus und gelangt in den Eileiter und durch diese enge Röhre in den weiteren Keimbehälter oder Frucht-

behälter (Uterus). Wird inzwischen das Ei durch den entgegenkommenden männlichen Samen (Sperma) befruchtet, so entwickelt es sich in diesem Behälter weiter zum Keim (Embryon) und verläßt denselben nicht eher, als bis der Keim vollkommen ausgebildet und fähig ist, als junges Säugetier durch den Geburtsakt in die Welt zu treten.

Der Vorgang der Befruchtung, früher für eine der rätselhaftesten und wunderbarsten Erscheinungen gehalten, ist uns durch die großen Erkenntnisfortschritte der letzten Jahrzehnte vollkommen klar und verständlich geworden, dank vor allen den ausgezeichneten Untersuchungen der Gebrüder Oskar und Richard Hertwig, von Eduard Strasburger, Bütschli und vielen andern. Wir wissen jetzt, daß die Befruchtung des Eies, als das Wesentlichste der geschlechtlichen Zeugung, weiter nichts ist als eine Verschmelzung von zwei verschiedenen Zellen, der väterlichen Spermazelle und der mütterlichen Eizelle. Von den Tausenden beweglicher kleiner Geisselzellen, welche sich in einem Tröpfchen männlicher Samenflüssigkeit finden, dringt eine einzige in die weibliche Eizelle ein und verschmilzt mit ihr vollständig. Bei dieser Verschmelzung der beiden Geschlechtszellen ist die Hauptsache die Kopulation der beiden Zellkerne. Der männliche Spermakern verschmilzt mit dem weiblichen Eikern, und so entsteht der neue Stammkern, der Nukleus der neuen Stammzelle (Cytula).

Schon vor zweiundvierzig Jahren hatte ich in meiner Generellen Morphologie die Bedeutung der aktiven Zellbestandteile dahin bestimmt, „daß der innere Kern die Vererbung der erblichen Charaktere, das äußere Plasma (oder Cytoplasma) dagegen die Anpassung an die Verhältnisse der Außenwelt zu besorgen hat". Dieser Satz ist durch die zahlreichen sorgfältigen Untersuchungen der neuesten Zeit vollinhaltlich bestätigt worden. Der männliche Spermakern überträgt bei der Befruchtung die erblichen Eigenschaften des Vaters, während der weibliche

Eikern die Vererbung der Eigentümlichkeiten der Mutter besorgt.

Die Stammzelle oder Grundzelle (— Cytula, die sogenannte „befruchtete Eizelle", oft auch unpassend „erste Furchungszelle" genannt —) ist demnach ein ganz neues Wesen. Denn wie ihre Substanz ein materielles Mischungsprodukt von der väterlichen Samenzelle und der mütterlichen Eizelle ist, so sind auch die davon untrennbaren Lebenseigenschaften gemischt aus den physiologischen Eigentümlichkeiten beider Eltern. Die individuelle Mischung des Charakters, welchen jedes Kind von beiden Eltern geerbt hat, ist zurückzuführen auf die Vermischung der beiden Kernmassen im Augenblicke der Befruchtung. Mit diesem wichtigsten Augenblicke beginnt auch erst die lebendige Existenz des Individuums, und nicht etwa mit der Geburt, welche beim Menschen erst neun Monate später eintritt.

Die allgemeine Bedeutung dieser höchst interessanten Vorgänge ist bisher nicht entfernt in dem Maße gewürdigt worden, wie sie es verdient. Um nur eine ihrer wichtigsten Folgerungen hier anzudeuten, so werfen sie ein ganz neues Licht auf die wichtige Frage von der Unsterblichkeit. Das mystische Dogma von der persönlichen Unsterblichkeit des Menschen war zwar schon seit einem halben Jahrhundert durch die großen Fortschritte der vergleichenden Physiologie und Ontogenie, der vergleichenden Psychologie und Psychiatrie gründlich widerlegt worden. Indessen konnten immer noch einige Zweifel darüber entstehen, ob nicht wenigstens ein Teil unseres Seelenlebens vom Gehirn unabhängig und auf die Tätigkeit einer immateriellen „Seele" zurückzuführen sei. Seitdem wir aber den Vorgang der Befruchtung ganz genau kennen, seitdem wir wissen, daß selbst die feinsten Seeleneigenschaften beider Eltern durch den Befruchtungsakt auf das Kind erblich übertragen werden, und daß diese Vererbung lediglich auf der Verschmelzung der beiden kopulierenden Zellkerne beruht, sind alle

jene Zweifel hinfällig geworden. Es muß nun vollkommen widersinnig erscheinen, noch von einer Unsterblichkeit der menschlichen Person zu sprechen, seit wir wissen, daß diese Person mit allen ihren individuellen Eigenschaften des Körpers und Geistes erst durch den Befruchtungsakt entstanden ist, also einen endlichen Anfang ihres Daseins hat. Wie kann diese Person ein ewiges Leben ohne Ende haben? Die menschliche Person wie jedes andere vielzellige Einzeltier ist nur eine vorübergehende Erscheinungsform des organischen Lebens. Mit ihrem Tode hört die Kette ihrer Lebenstätigkeiten ebenso vollständig auf, wie sie mit dem Befruchtungsakt ihren Anfang genommen hat.

Die Formveränderungen und Umbildungen, welche das befruchtete Ei innerhalb des Keimbehälters durchlaufen muß, ehe es die Gestalt des jungen Säugetieres annimmt, sind äußerst merkwürdig; sie verlaufen vom Anfang an beim Menschen ganz ebenso wie bei den übrigen Säugetieren. Zunächst benimmt sich das befruchtete Säugetier gerade so wie ein einzelliger Organismus, welcher sich auf seine Hand selbständig fortpflanzen und vermehren will, z. B. eine Amöbe. Die einfache Eizelle zerfällt nämlich durch den Prozeß der Zellenteilung, in zwei getrennte Zellen.

Derselbe Vorgang der Zellenteilung wiederholt sich nun mehrmals hintereinander. In der gleichen Weise entstehen aus zwei Zellen vier; aus vier werden acht, aus acht sechzehn, aus diesen zweiunddreißig usw. Jedesmal geht die Teilung des Zellkerns oder Nukleus derjenigen des Zellstoffes oder Protoplasma vorher. Weil die Teilung des letzteren immer mit der Bildung einer oberflächlichen ringförmigen Furche beginnt, nennt man den ganzen Vorgang gewöhnlich die Furchung des Eies, und die Produkte desselben, die kleinen, durch fortgesetzte Zweiteilung entstehenden Zellen die Furchungskugeln (Blastomeren). Indessen ist der ganze Vorgang weiter nichts als eine einfache, oft wiederholte

Zellenteilung, und die Produkte desselben sind echte, nackte Zellen. Schließlich entsteht aus der fortgesetzten Teilung oder „Furchung" des Säugetiereies der sogenannte Maulbeerkeim (Morula), eine maulbeerförmige oder brombeerförmige Kugel, welche aus sehr zahlreichen kleinen Kugeln, nackten, kernhaltigen Zellen zusammengesetzt ist. Diese Zellen sind die Bausteine, aus denen sich der Leib des jungen Säugetiers aufbaut. Jeder von uns war einmal eine solche einfache, brombeerförmige, aus lauter kleinen Zellen zusammengesetzte Kugel, eine Morula.

Die weitere Entwicklung des kugeligen Zellenhaufens, welcher den jungen Säugetierkörper jetzt darstellt, besteht zunächst darin, daß derselbe sich in eine kugelige Blase verwandelt, indem im Innern sich Flüssigkeit ansammelt. Diese Blase nennt man Keimblase (Blastula oder Vesicula blastodermica). Die Wand derselben ist anfangs aus lauter gleichartigen Zellen zusammengesetzt. Bald aber entsteht an einer Stelle der Wand eine scheibenförmige Verdickung, indem sich hier die Zellen rasch vermehren; und diese Verdickung ist nun die Anlage für den eigentlichen Leib des Keimes oder Embryo, während der übrige Teil der Keimblase bloß zur Ernährung des Embryo verwendet wird. Die verdickte Scheibe oder „Embryonalanlage" ist der Keimschild; er nimmt bald eine länglichrunde und dann, indem rechter und linker Seitenrand ausgeschweift werden, eine sohlenförmige oder biskuitförmige Gestalt an.

Im Stadium der zweischichtigen Gastrula ist die Zusammensetzung des Körpers nicht allein bei allen Säugetieren mit Inbegriff des Menschen, sondern sogar bei allen Wirbeltieren überhaupt, Säugetieren, Vögeln, Reptilien, Amphibien und Fischen im wesentlichen noch gleich; teils kann man ihre Keime noch gar nicht, teils nur durch ihre Größe oder durch unwesentliche Formdifferenzen, sowie durch die Bildung der Eihüllen und des Dotteranhanges voneinander unterscheiden. Bei allen besteht der ganze Leib

aus weiter nichts als aus zwei dünnen Schichten oder Lagen von einfachen Zellen; diese liegen wie zwei runde dünne Blätter übereinander und heißen daher die „primären Keimblätter". Das äußere oder obere Keimblatt ist das Hautblatt (Ektoderma), das innere oder untere hingegen das Darmblatt (Entoderma).

Die Keimform des Tierleibes, welche in dieser Weise bloß aus den beiden primären Keimblättern besteht, ist allen vielzelligen Tieren (oder Metazoen) gemeinsam, und daher von der größten Bedeutung. Ich habe die allgemeine Verbreitung dieser zweiblättrigen Keimform bei allen Metazoen, und die daraus folgende „Homologie der beiden primären Keimblätter", zuerst 1872 in meiner Monographie der Kalkschwämme behauptet, und dann in meinen „Studien zur Gasträatheorie" die ausführlichen Beweise dafür geliefert. Da diese bedeutungsvolle Keimform in ihrer ursprünglichen reinen Gestalt einem doppelwandigen Becher gleicht, nannte ich sie Becherkeim (Gastrula) und den ontogenetischen Vorgang ihrer Entstehung Gastrulation. Ich werde dieselbe später (im XX. Vortrage) näher besprechen.

Schon damals schloß ich aus der merkwürdigen Übereinstimmung der Gastrula bei allen vielzelligen Tieren, daß alle diese Metazoen (— entsprechend dem Biogenetischen Grundgesetze —) von einer einzigen gemeinsamen Stammform ursprünglich abstammen müßten; und diese hypothetische Stammform, im wesentlichen der becherförmigen Gastrula gleichgebildet, nannte ich die Gasträa. Erst 23 Jahre später wurde durch Monticelli in Neapel die interessante Tatsache entdeckt, daß noch heute Metazoen einfachster Form existieren, deren Körperbau völlig mit der hypothetisch angenommenen Gasträa übereinstimmt: Pemmatodiscus, 1895.

Die Gastrula der Säugetiere, ebenso wie diejenige vieler anderer höherer Tiere, hat infolge der eigentümlichen Bedingungen, unter denen sie sich entwickelt, die ursprüngliche Becherform verloren und

die schon beschriebene Scheibenform angenommen. Allein diese Keimscheibe (Discogastrula) ist nur eine sekundäre Abänderung oder Modifikation des ursprünglichen Becherkeims. Wie bei diesem letzteren, so zerfallen auch bei der ersteren die beiden primären Keimblätter später in die vier sekundären Keimblätter. Auch diese bestehen aus weiter nichts, als aus gleichartigen Zellen; jedes hat aber eine andere Bedeutung für den Aufbau des Wirbeltierkörpers. Aus dem oberen oder äußeren Keimblatt entsteht bloß die äußere Oberhaut (Epidermis) nebst den Zentralteilen des Nervensystems (Rückenmark und Gehirn); aus dem unteren oder inneren Blatt entsteht bloß die innere zarte Haut (Epithelium), welche den ganzen Darmkanal vom Schlund bis zum After, nebst allen seinen Anhangsdrüsen (Lunge, Leber, Speicheldrüsen usw.) auskleidet; aus den zwischen jenen gelegenen mittleren beiden Keimblättern entstehen alle übrigen Organe.

Aus so einfachem Baumaterial, aus den vier zarten, nur aus Zellen zusammengesetzten Keimblättern entstehen die verschiedenartigen und höchst verwickelt zusammengesetzten Teile des reifen Wirbeltierkörpers. Dabei sind wirksam: erstens wiederholte Teilungen und dadurch Vermehrung der Zellen, zweitens Arbeitsteilung oder Differenzierung dieser Zellen, drittens ungleiches Wachstum der Zellengruppen, und viertens Verbindung der verschiedenartig ausgebildeten oder differenzierten Zellen zur Bildung der verschiedenen Organe. So entsteht der stufenweise Fortschritt oder die Vervollkommnung, welche in der Ausbildung des embryonalen Leibes Schritt für Schritt zu verfolgen ist. Die einfachen Embryonalzellen, welche den Wirbeltierkörper zusammensetzen wollen, verhalten sich wie Bürger, welche einen Staat gründen wollen. Die einen ergreifen diese, die anderen jene Tätigkeit, und bilden dieselbe zum Besten des Ganzen aus. Durch diese Arbeitsteilung und Formspaltung, sowie durch die damit im Zusammenhang stehende Vervollkommnung (den organischen

Fortschritt) wird es dem ganzen Staate möglich, Leistungen zu vollziehen, welche dem einzelnen Individuum unmöglich wären. Der ganze Wirbeltierkörper, wie jeder andere mehrzellige Organismus, ist somit eigentlich ein republikanischer Zellenstaat; er kann daher organische Funktionen vollziehen, welche die einzelne Zelle als Einsiedler (z.B. eine Amoebe oder eine einzellige Pflanze) niemals leisten könnte.

Es wird keinem vernünftigen Menschen einfallen, in den zweckmäßigen — und teilweise auch recht unzweckmäßigen! — Einrichtungen, welche zum Wohle des Ganzen und der Einzelnen in jedem menschlichen Staate getroffen sind, die planvolle Tätigkeit eines persönlichen überirdischen Schöpfers zu suchen. Vielmehr weiß jedermann, daß jene Organisation des Staates die Folge von dem Zusammenwirken der einzelnen Bürger und ihrer Regierung, sowie von deren Anpassung an die Existenzbedingungen der Außenwelt sind. Ganz ebenso müssen wir auch den mehrzelligen Organismus beurteilen. Auch in diesem sind alle zweckmäßigen Einrichtungen lediglich die natürliche notwendige Folge des Zusammenwirkens, der Differenzierung und Vervollkommnung der einzelnen Staatsbürger, der Zellen; und nicht etwa die künstlichen Einrichtungen eines zweckmäßig tätigen Schöpfers. Wenn Sie diesen Vergleich recht erwägen, wird Ihnen deutlich die Verkehrtheit jener dualistischen Naturanschauung klar werden, welche in der Zweckmäßigkeit der Organisation den Ausdruck eines schöpferischen Bauplans sucht.

Lassen Sie uns nun die individuelle Entwicklung des Wirbeltierkörpers noch einige Schritte weiter verfolgen, und sehen, was die Staatsbürger dieses embryonalen Organismus zunächst anfangen. In der Mittellinie des Sandalenkeims oder der geigenförmigen Scheibe, welche aus den vier zelligen Keimblättern zusammengesetzt ist, entsteht eine gerade feine Furche, die sogenannte „Primitivrinne"; durch

diese wird der geigenförmige Leib in zwei gleiche Seitenhälften abgeteilt, ein rechtes und ein linkes Gegenstück oder Antimer. Beiderseits jener Rinne oder Furche erhebt sich das obere oder äußere Keimblatt in Form einer Längsfalte, und beide Falten wachsen dann über der Rinne in der Mittellinie zusammen und bilden so ein zylindrisches Rohr. Dieses Rohr heißt das Markrohr oder Medullarrohr, weil es die Anlage des Zentralnervensystems, des Rückenmarks (Medulla spinalis) ist. Anfangs ist dasselbe vorn und hinten sehr ähnlich, und so bleibt dasselbe bei den niedrigsten Wirbeltieren, den gehirnlosen und schädellosen Lanzettieren (Amphioxus) zeitlebens. Bei allen übrigen Wirbeltieren aber, die wir von letzteren als Schädeltiere oder Kranioten unterscheiden, wird alsbald ein bedeutender Unterschied zwischen vorderem und hinterem Ende des Medullarrohrs sichtbar, indem das erstere sich aufbläht und in eine rundliche Blase, die Anlage des Gehirns verwandelt.

Bei allen Kranioten, d. h. bei allen mit Schädel und Gehirn versehenen Wirbeltieren, zerfällt das Gehirn, welches anfangs bloß die blasenförmige Auftreibung vom vorderen Ende des Rückenmarks ist, bald in drei, darauf in fünf hintereinanderliegende Blasen, indem sich oberflächliche quere Einschnürungen bilden. Aus diesen fünf Hirnblasen bilden sich späterhin alle verschiedenen Teile des so verwickelt gebauten Gehirns hervor. Es ist gleich, ob wir den Embryo eines Hundes, eines Huhnes, einer Schildkröte oder irgendeines anderen höheren Wirbeltieres betrachten. Denn die Embryonen der verschiedenen Schädeltiere (mindestens der drei höheren Klassen, der Reptilien, Vögel und Säugetiere) sind in diesem frühen Stadium noch höchst ähnlich, oder nur durch unwesentliche Merkmale zu unterscheiden. Die ganze Körperform ist noch höchst einfach, eine dünne, blattförmige Scheibe. Gesicht, Beine, Eingeweide usw. fehlen noch gänzlich. Aber die fünf Hirnblasen sind schon deutlich voneinander abgesetzt.

Die erste Blase, das Vorderhirn, ist insofern die wichtigste, als sie vorzugsweise die sogenannten großen Hemisphären oder die Halbkugeln des großen Gehirns bildet, desjenigen Teiles, welcher der Sitz der höheren Geistestätigkeiten ist. Je höher diese letzteren sich bei dem Wirbeltier entwickeln, desto mehr wachsen die beiden Seitenhälften des Vorderhirns oder die großen Hemisphären auf Kosten der vier übrigen Blasen und legen sich von vorn und oben her über die anderen herüber. Beim Menschen, wo sie verhältnismäßig am stärksten entwickelt sind, entsprechend der höheren Geistesentwicklung, bedecken sie später die übrigen Teile von oben her fast ganz. Die zweite Blase, das Zwischenhirn, bildet besonders denjenigen Gehirnteil, welchen man Sehhügel nennt, und steht in der nächsten Beziehung zu den Augen, welche als zwei Blasen rechts und links aus dem Vorderhirn hervorwachsen und später am Boden des Zwischenhirns liegen. Die dritte Blase, das Mittelhirn, geht größtenteils in der Bildung der sogenannten Vierhügel auf, eines hochgewölbten Gehirnteiles, welcher besonders groß bei den Fischen, und auch bei den Reptilien und bei den Vögeln stark ausgebildet ist, während er bei den Säugetieren viel mehr zurücktritt. Die vierte Blase, das Hinterhirn, bildet die sogenannten kleinen Hemisphären oder die Halbkugeln nebst dem Mittelteil des kleinen Gehirns (Cerebellum), einen Gehirnteil, über dessen Bedeutung man die widersprechendsten Vermutungen hegt, der aber vorzugsweise die Koordination der Bewegungen zu regeln scheint. Endlich die fünfte Blase, das Nachhirn, bildet sich zu demjenigen sehr wichtigen Teile des Zentralnervensystems aus, welchen man das Nackenmark oder das verlängerte Mark (Medulla oblongata) nennt. Es ist das Zentralorgan der Atembewegungen und anderer wichtiger Funktionen, und seine Verletzung führt sofort den Tod herbei, während man die großen Hemisphären des Vorderhirns (oder das Organ der „Seele" im engeren Sinne) stückweise abtragen und zuletzt ganz ver-

nichten kann, ohne daß das Wirbeltier deshalb stirbt; nur seine höheren Geistestätigkeiten schwinden dadurch.

Diese fünf Hirnblasen sind ursprünglich bei allen Wirbeltieren, die überhaupt ein Gehirn besitzen, gleichmäßig angelegt, und bilden sich erst allmählich bei den verschiedenen Gruppen so verschiedenartig aus, daß es nachher sehr schwierig ist, in den ganz entwickelten Gehirnen die gleichen Teile wieder zu erkennen. In frühen Entwicklungsstadien erscheint es noch nicht möglich, die Embryonen der verschiedenen Amnioten (d. h. der Säugetiere, Vögel und Reptilien) sicher voneinander zu unterscheiden; die besonderen Merkmale der einzelnen Gruppen treten erst später hervor.

Ich habe Ihnen hier die ursprüngliche Gleichförmigkeit und die erst allmählich eintretende, dann immer wachsende Sonderung oder Differenzierung des Embryo bei den verschiedenen Wirbeltieren speziell an dem Beispiele des Gehirns erläutert, weil gerade dieses Organ der Seelentätigkeit von ganz besonderem Interesse ist. Ich hätte aber ebensogut das Herz oder die Gliedmaßen, kurz, jeden anderen Körperteil statt dessen anführen können; immer wiederholt sich hier dasselbe Wunder: nämlich die Tatsache, daß alle Teile ursprünglich bei den verschiedenen Wirbeltieren gleich angelegt sind, und daß erst allmählich ihre Verschiedenheiten sich ausbilden.

Es gibt gewiß wenige Körperteile, welche so verschiedenartig ausgebildet sind wie die Gliedmaßen oder Extremitäten der verschiedenen Wirbeltiere. Aber auf frühen Entwicklungsstufen fehlen sie noch ganz; und bei den älteren Keimen erscheinen die ersten Anlagen sowohl der vorderen als der hinteren Extremitäten noch als kurze und breite Platten. Später erst tritt an deren Endausbreitung die Anlage der fünf Zehen auf, noch später deren besondere Form; doch bleiben sie anfangs noch durch eine Schwimmhaut verbunden.

An ganz jungen Embryonen ist noch keine Spur von der charakteristischen Form des erwachsenen Tieres zu erkennen. Sie zeigen aber deutlich eine äußerst wichtige Bildung, welche allen Wirbeltieren ursprünglich gemeinsam ist, und welche späterhin zu den verschiedensten Organen umgebildet wird. Sie kennen gewiß alle die Kiemenbogen der Fische, jene knöchernen Bogen, welche zu drei oder vier hintereinander auf jeder Seite des Halses liegen, und welche die Atmungsorgane der Fische, die Kiemen tragen (Doppelreihen von roten Blättchen, welche das Volk „Fischohren" nennt). Diese Kiemenbogen und die dazwischen befindlichen Kiemenspalten sind beim Menschen und bei allen anderen Säugetieren, auch bei den Vögeln und Reptilien ursprünglich ganz ebenso vorhanden, wie bei allen übrigen Wirbeltieren. Allein nur bei den Fischen bleiben dieselben in der ursprünglichen Anlage bestehen und bilden sich zu Atmungsorganen aus. Bei den übrigen Wirbeltieren werden dieselben teils zur Bildung des Gesichts, teils zur Bildung des Gehörorgans verwendet.

Endlich will ich nicht verfehlen, nochmals auf das Schwänzchen des Menschen aufmerksam zu machen, welches derselbe mit allen übrigen Wirbeltieren in der ursprünglichen Anlage teilt. Die Auffindung „geschwänzter Menschen" wurde lange Zeit von vielen Monisten mit Sehnsucht erwartet, um darauf eine nähere Verwandtschaft des Menschen mit den übrigen Säugetieren begründen zu können. Und ebenso hoben ihre dualistischen Gegner oft mit Stolz hervor, daß der gänzliche Mangel des Schwanzes einen der wichtigsten körperlichen Unterschiede zwischen dem Menschen und den Tieren bilde, wobei sie nicht an die vielen schwanzlosen Tiere dachten, die es wirklich gibt. Nun besitzt aber der Mensch in den ersten Monaten der Entwicklung ebensogut einen wirklichen Schwanz, wie die nächstverwandten schwanzlosen Affen (Orang, Schimpanse, Gorilla) und wie die Wirbeltiere überhaupt. Während derselbe aber bei den meisten im Laufe der Entwick-

lung immer länger wird, bildet er sich beim Menschen und bei den ungeschwänzten Säugetieren von einem gewissen Zeitpunkt der Entwicklung an zurück und verwächst zuletzt völlig. Indessen ist auch beim ausgebildeten Menschen der Rest des Schwanzes als verkümmertes oder rudimentäres Organ noch in den drei bis fünf Schwanzwirbeln (Vertebrae coccygeae) zu erkennen, welche das hintere oder untere Ende der Wirbelsäule bilden; ein untrügliches Zeugnis der Abstammung von geschwänzten Ahnen.

Die meisten Menschen wollen noch gegenwärtig die wichtigste Folgerung der Deszendenztheorie, die paläontologische Entwicklung des Menschen aus affenähnlichen und weiterhin aus niederen Säugetieren nicht anerkennen, und halten eine solche Umbildung der organischen Form für unmöglich. Ich frage Sie aber, sind die Erscheinungen der individuellen Entwicklung des Menschen, von denen ich Ihnen hier die Grundzüge vorgeführt habe, etwa weniger wunderbar? Ist es nicht im höchsten Grade merkwürdig, daß alle Wirbeltiere aus den verschiedensten Klassen, Fische, Amphibien, Reptilien, Vögel und Säugetiere, in den ersten Zeiten ihrer embryonalen Formentwicklung kaum zu unterscheiden sind: und daß selbst viel später noch, in einer Zeit, wo bereits Reptilien und Vögel sich deutlich von den Säugetieren unterscheiden, Hund und Mensch noch beinahe denselben Körperbau zeigen? Fürwahr, wenn man jene beiden Entwicklungsreihen miteinander vergleicht und sich fragt, welche von beiden wunderbarer ist, so muß uns die Ontogenie oder die kurze und schnelle Entwicklungsgeschichte des Individuums viel rätselhafter erscheinen, als die Phylogenie oder die lange und langsame Entwicklungsgeschichte des Stammes. Denn eine und dieselbe großartige Formwandlung und Umbildung wird von der letzteren im Lauf von vielen tausend Jahren, von der ersteren dagegen im Laufe weniger Wochen oder Monate vollbracht. Offenbar ist diese überaus schnelle und auffallende Umbildung des Individuums in der Ontogenesis, welche

wir tatsächlich durch direkte Beobachtung feststellen können, an sich viel wunderbarer als die entsprechende, aber viel langsamere und allmählichere Umbildung, welche die lange Vorfahrenkette desselben Individuums in der Phylogenesis durchgemacht hat.

Beide Reihen der organischen Entwicklung, die Ontogenesis des Individuums und die Phylogenesis des Stammes, zu welchem dasselbe gehört, stehen im innigsten ursächlichen Zusammenhange. Die Keimesgeschichte ist ein Auszug der Stammesgeschichte, oder mit anderen Worten: die Ontogenie ist eine Rekapitulation der Phylogenie. Ich habe diese Theorie, welche ich für äußerst wichtig halte, im zweiten Bande meiner Generellen Morphologie ausführlich zu begründen versucht und in meiner „Anthropogenie" am Menschen selbst durchgeführt. Wie ich dort an jedem einzelnen Organsystem des Menschen nachwies, ist die Ontogenesis, oder die Entwicklung des Individuums, eine kurze und schnelle, durch die Gesetze der Vererbung und Anpassung bedingte Wiederholung (Rekapitulation) der Phylogenesis oder der Entwicklung des zugehörigen Stammes, d. h. der Vorfahren, welche die Ahnenkette des betreffenden Individuums bilden. Dieser fundamentale Satz ist das wichtigste allgemeine Gesetz der organischen Entwicklung, das Biogenetische Grundgesetz.

Die Übereinstimmung vieler Keimformen höherer Tiere mit den entwickelten Formen von stammverwandten niederen Tieren ist so auffallend, daß sie schon der älteren Naturphilosophie nicht entging: Oken, Treviranus u. a. wiesen schon im Anfang des 19. Jahrhunderts darauf hin. Meckel sprach schon 1821 von einer „Gleichung zwischen der Entwicklung des Embryo und der Tierreihe". Baer erläuterte schon 1828 kritisch die Frage, wie weit innerhalb eines Typus oder Stammes (z. B. der Wirbeltiere) die Keimformen der höheren Tiere die bleibenden Formen der niederen durchlaufen. Allein von einem wirklichen Verständnis dieser wunderbaren Gleichung konnte natürlich so lange nicht die Rede sein, als die

Abstammungslehre noch nicht zur Anerkennung gelangt war. Als dann endlich Darwin 1859 diese Anerkennung durchsetzte, wies er auch im XIV. Kapitel seines Hauptwerks kurz auf die große Bedeutung der Embryologie hin. Eingehend und mit voller Klarheit hat aber dieselbe zuerst Fritz Müller an dem Beispiele der Krebsklasse erläutert in seiner vorzüglichen Schrift „Für Darwin". Ich selbst habe dann seiner Theorie eine schärfere Fassung in der Form meines „Biogenetischen Grundgesetzes" gegeben, und sie in den Studien zur Gasträatheorie, in der Anthropogenie und „Systematischen Phylogenie" weiter ausgeführt.

In dem innigen Zusammenhange der Keimes- und Stammesgeschichte erblicke ich einen der wichtigsten und unwiderleglichsten Beweise der Deszendenztheorie. Es vermag niemand diese Erscheinungen zu begreifen, wenn er nicht auf die Vererbungs- und Anpassungsgesetze zurückgeht; durch diese erst sind sie erklärlich. Ganz besonders verdienen dabei die Gesetze unsere Beachtung, welche wir früher als die Gesetze der abgekürzten, der gleichzeitlichen und der gleichörtlichen Vererbung erläutert haben. Indem sich ein so hochstehender und verwickelter Organismus, wie der des Menschen oder eines anderen Säugetieres, von jener einfachen Zellenstufe an aufwärts erhebt, indem er fortschreitet in seiner Differenzierung und Vervollkommnung, durchläuft er dieselbe Reihe von Umbildungen, welche seine tierischen Ahnen vor undenklichen Zeiten, während ungeheurer Zeiträume durchlaufen haben. Schon früher habe ich auf diesen äußerst wichtigen Parallelismus der individuellen und Stammesentwicklung hingewiesen. Gewisse, sehr frühe und tiefstehende Entwicklungsstadien des Menschen und der höheren Wirbeltiere überhaupt entsprechen durchaus gewissen Bildungen, welche zeitlebens bei niederen Fischen fortdauern. Es folgt dann eine Umbildung des fischähnlichen Körpers zu einem amphibienartigen. Viel später erst entwickelt sich aus diesem der Säugetierkörper mit

seinen bestimmten Charakteren, und man kann hier wieder in den aufeinanderfolgenden Entwicklungsstadien eine Reihe von Stufen fortschreitender Umbildung erkennen, welche offenbar den Verschiedenheiten verschiedener Säugetierordnungen und Familien entsprechen. In derselben Reihenfolge sehen wir aber auch die Vorfahren des Menschen und der höheren Säugetiere in der Erdgeschichte nacheinander auftreten: zuerst Fische, dann Amphibien, später niedere und zuletzt erst höhere Säugetiere. So läuft die embryonale Entwicklung des Individuums durchaus parallel der paläontologischen Entwicklung des ganzen zugehörigen Stammes; und diese äußerst interessante und wichtige Erscheinung ist einzig und allein durch die Wechselwirkung der Vererbungs- und Anpassungsgesetze vernunftgemäß zu erklären.

Um übrigens das Biogenetische Grundgesetz richtig zu verstehen und anzuwenden, muß man bedenken, daß die erbliche Wiederholung der ursprünglichen Stammformenkette durch die entsprechende und parallele Keimformenkette nur selten (oder streng genommen niemals!) ganz vollständig ist. Denn die wechselnden Existenzbedingungen üben ihre Wirkung auf jede einzelne Keimform ebenso aus, wie auf den entwickelten Organismus. Außerdem wirkt das Gesetz der abgekürzten Vererbung beständig auf eine Vereinfachung des ursprünglichen Entwicklungsganges hin. Andererseits kann aber der Keim durch Anpassung an neue Lebensverhältnisse (z. B. Bildung schützender Hüllen) neue Formen gewinnen, welche dem ursprünglichen, durch Vererbung übertragenen Bilde der Stammform fehlten. So muß denn notwendig das Bild der Keimform (besonders der späteren Keimungsstufen) mehr oder weniger von dem ursprünglichen Bilde der entsprechenden Stammform abweichen, und zwar um so mehr, je höher der Organismus entwickelt ist.

Demnach zerfallen eigentlich alle Erscheinungen der Keimung oder der individuellen Entwicklung (Ontogenesis) in zwei verschiedene Gruppen. Die

erste Gruppe umfaßt die Urentwicklung oder Auszugsentwicklung (Palingenesis) und führt uns noch heute jene uralten Bildungsverhältnisse vor Augen, welche durch Vererbung von den ursprünglichen Stammformen übertragen worden sind (so z. B. beim menschlichen Embryo die Kiemenbogen, die Chorda, der Schwanz usw.). Die zweite Gruppe hingegen enthält die Störungsentwicklung oder Fälschungsentwicklung (Cenogenesis) und trübt das ursprüngliche Bild des Entwicklungsganges durch Einführung neuer fremder Bildungen, welche den älteren Stammformen fehlten und erst durch Anpassung an die besonderen Bedingungen ihrer individuellen Entwicklung von den Keimformen erworben wurden (so z. B. beim menschlichen Embryo die Eihüllen, der Dottersack, die Placenta usw.).

Jede kritische Untersuchung und Verwertung der individuellen Entwicklung wird daher vor allem zu unterscheiden haben, wieviel von den embryologischen Tatsachen palingenetische Dokumente sind (zur Auszugsgeschichte gehörig) — wieviel anderseits cenogenetische Abänderungen jener Dokumente (der Störungsgeschichte angehörig). Je mehr in der Keimesgeschichte jedes Organismus durch Vererbung die ursprüngliche Palingenie erhalten ist, desto treuer ist das Bild, welches uns dieselbe von der Stammesgeschichte desselben entwirft; je mehr anderseits durch Anpassung der Keimformen die Cenogenie störend eingewirkt hat, desto mehr wird jenes Bild verwischt oder entstellt.

Der wichtige Parallelismus der paläontologischen und der individuellen Entwicklungsreihe lenkt nun unsere Aufmerksamkeit noch auf eine dritte Entwicklungsreihe, welche zu diesen beiden in den innigsten Beziehungen steht und denselben ebenfalls im ganzen parallel läuft. Das ist nämlich diejenige Stufenleiter von Formen, welche das Untersuchungsobjekt der vergleichenden Anatomie bildet, und welche wir kurz die systematische Entwicklung nennen wollen. Wir verstehen darunter die Kette von ver-

schiedenartigen, aber doch verwandten und zusammenhängenden Formen, welche zu irgendeiner Zeit der Erdgeschichte, also z. B. in der Gegenwart, nebeneinander existieren. Indem die vergleichende Anatomie die verschiedenen ausgebildeten Formen der entwickelten Organismen miteinander vergleicht, sucht sie das gemeinsame Urbild zu erkennen, welches den mannigfaltigen Formen der verwandten Arten, Gattungen, Klassen usw. zugrunde liegt, und welches durch deren Differenzierung nur mehr oder minder versteckt wird. Sie sucht die Stufenleiter des Fortschritts festzustellen, welche durch den verschiedenen Vervollkommnungsgrad der divergenten Zweige des Stammes bedingt ist. Um bei dem angeführten Beispiele zu bleiben, so zeigt uns die vergleichende Anatomie, wie die einzelnen Organe und Organsysteme des Wirbeltierstammes in den verschiedenen Klassen, Familien und Arten desselben sich ungleichartig entwickelt, differenziert und vervollkommnet haben. Sie erklärt uns, in welchen Beziehungen die Reihenfolge der Wirbeltierklassen von den Fischen aufwärts durch die Amphibien zu den Säugetieren, und hier wieder von den niederen zu den höheren Säugetierordnungen, eine aufsteigende Stufenleiter bildet. Welches klare Licht die Erkenntnis dieser stufenweisen Entwicklung der Organe verbreitet, können Sie aus den vergleichend-anatomischen Arbeiten von Goethe, Meckel, Cuvier, Johannes Müller, Gegenbaur, Huxley, Arnold Lang, Max Fürbringer u. a. sehen; die letzteren haben durch Anwendung der Deszendenztheorie dieser Wissenschaft eine ganz neue Gestalt gegeben.

Die Stufenleiter der ausgebildeten Formen, welche die vergleichende Anatomie in den verschiedenen Divergenz- und Fortschrittsstufen des organischen Systems nachweist, und welche wir die systematische Entwicklungsreihe nannten, entspricht einem Teil der paläontologischen Entwicklungsreihe. Sie betrachtet das anatomische Resultat der letzteren in der Gegenwart, und sie ist zugleich parallel der indivi-

duellen Entwicklungsreihe; diese selbst ist wiederum der paläontologischen parallel.

Die mannigfaltige Differenzierung und der ungleiche Grad von Vervollkommnung, welchen die vergleichende Anatomie in der Entwicklungsreihe des Systems nachweist, ist wesentlich bedingt durch die zunehmende Mannigfaltigkeit der Existenzbedingungen, denen sich die verschiedenen Gruppen im Kampf um das Dasein anpaßten, und durch den verschiedenen Grad von Schnelligkeit und Vollständigkeit, mit welchem diese Anpassung geschah. Die konservativen Gruppen, welche die ererbten Eigentümlichkeiten am zähesten festhielten, blieben infolgedessen auf der tiefsten Entwicklungsstufe stehen. Die am schnellsten und vielseitigsten fortschreitenden Gruppen, welche sich den vervollkommneten Existenzbedingungen am bereitwilligsten anpaßten, erreichten selbst den höchsten Vollkommenheitsgrad. Je weiter sich die organische Welt im Laufe der Erdgeschichte entwickelte, desto größer mußte die Divergenz der niederen konservativen und der höheren progressiven Gruppen werden, wie das ja ebenso auch aus der Völkergeschichte ersichtlich ist. Hieraus erklärt sich auch die historische Tatsache, daß die vollkommensten Tier- und Pflanzengruppen sich in verhältnismäßig kurzer Zeit zu sehr bedeutender Höhe entwickelt haben, während die niedrigsten, konservativsten Gruppen durch alle Zeiten hindurch auf der ursprünglichen Stufe stehengeblieben, oder nur sehr langsam und allmählich etwas fortgeschritten sind.

Auch die Ahnenreihe des Menschen zeigt dieses Verhältnis deutlich. Die Haifische der Jetztzeit stehen den Urfischen, welche zu den ältesten Wirbeltierahnen des Menschen gehören, noch sehr nahe, ebenso die heutigen niedersten Amphibien (Kiemenmolche und Salamander) den Amphibien, welche sich aus jenen zunächst entwickelten. Und ebenso sind unter den späteren Vorfahren des Menschen die Monotremen und Beuteltiere, die ältesten Säugetiere, zugleich

die unvollkommensten Tiere dieser Klasse, die heute noch leben. Die uns bekannten Gesetze der Vererbung und Anpassung genügen vollständig, um diese äußerst wichtige und interessante Erscheinung zu erklären, die man kurz als den Parallelismus der individuellen, der paläontologischen und der systematischen Entwicklung, des betreffenden Fortschrittes und der betreffenden Differenzierung bezeichnen kann. Kein Gegner der Deszendenztheorie ist imstande gewesen, für diese höchst wunderbare Tatsache eine Erklärung zu liefern, während sie sich nach der Deszendenztheorie aus den Gesetzen der Vererbung und Anpassung vollkommen befriedigend erklärt.

Wenn Sie diesen Parallelismus der drei organischen Entwicklungsreihen schärfer ins Auge fassen, so müssen Sie noch folgende nähere Bestimmung hinzufügen. Die Ontogenie oder die individuelle Entwicklungsgeschichte jedes Organismus (Embryologie und Metamorphologie) bildet eine einfache, unverzweigte oder leiterförmige Kette von Formen; und ebenso derjenige Teil der Phylogenie, welcher die paläontologische Entwicklungsgeschichte der direkten Vorfahren jedes individuellen Organismus enthält. Dagegen bildet die ganze Phylogenie, welche uns in dem natürlichen System jedes organischen Stammes oder Phylum entgegentritt, und welche die paläontologische Entwicklung aller Zweige dieses Stammes untersucht, eine verzweigte oder baumförmige Entwicklungsreihe, einen wirklichen Stammbaum. Untersuchen Sie vergleichend die entwickelten Zweige dieses Stammbaums in der Gegenwart, und stellen Sie dieselben nach dem Grade ihrer Differenzierung und Vervollkommnung zusammen, so erhalten Sie die systematische Stufenleiter der vergleichenden Anatomie. Genau genommen ist also diese letztere nur ein Teil der ganzen Phylogenie und auch nur teilweise der Ontogenie parallel; die Ontogenie selbst ist nur einem Teile der Phylogenie parallel.

In neuerer Zeit ist vielfach darüber gestritten worden, welche von jenen drei großen Entwicklungsreihen die höchste Bedeutung für den Transformismus und für die Erkenntnis der Stammverwandtschaft besitze. Dieser Streit ist überflüssig; denn im allgemeinen sind alle drei von gleich hohem Werte; im einzelnen aber muß der phylogenetische Forscher für jeden besonderen Fall kritisch untersuchen, ob er den Tatsachen der Paläontologie, oder der Ontogenie, oder der vergleichenden Anatomie größere Wichtigkeit beimessen soll.

Alle im vorhergehenden erläuterten Erscheinungen der organischen Entwicklung, insbesondere dieser dreifache genealogische Parallelismus, und die Differenzierungs- und Fortschrittsgesetze, welche in jeder dieser drei organischen Entwicklungsreihen sichtbar sind, liefern äußerst wichtige Belege für die Wahrheit der Deszendenztheorie. Denn sie sind nur durch diese zu erklären, während die Gegner derselben auch nicht die Spur einer Erklärung dafür aufbringen können. Ohne die Abstammungslehre läßt sich die Tatsache der organischen Entwicklung überhaupt nicht begreifen. Wir würden daher gezwungen sein, auf Grund derselben Lamarcks Abstammungstheorie anzunehmen, auch wenn wir nicht Darwins Züchtungstheorie besäßen.

VIERZEHNTER VORTRAG

Wanderung und Verbreitung der Organismen. Die Chorologie und die Eiszeit der Erde.

Wie ich schon zu wiederholten Malen hervorgehoben habe, wie aber nie genug betont werden kann, liegt der eigentliche Wert und die unüberwindliche Stärke der Deszendenztheorie nicht darin, daß sie uns diese oder jene einzelne Tatsache erläutert, sondern darin, daß sie uns die Gesamtheit der biologischen Erscheinungen erklärt, daß sie uns alle botanischen und zoologischen Erscheinungsreihen in ihrem inneren Zusammenhange verständlich macht. Daher wird jeder denkende Forscher um so fester und tiefer von ihrer Wahrheit durchdrungen, je mehr er seinen Blick von einzelnen biologischen Wahrnehmungen zu einer allgemeinen Betrachtung des Gesamtgebietes des Tier- und Pflanzenlebens erhebt. Lassen Sie uns nun jetzt, von diesem umfassenden Standpunkt aus, ein großes biologisches Gebiet überblicken, dessen mannigfaltige und verwickelte Erscheinungen besonders einfach und lichtvoll durch die Deszendenztheorie erklärt werden. Ich meine die Chorologie oder die Lehre von der räumlichen Verbreitung der Organismen über die Erdoberfläche. Darunter verstehe ich nicht nur die geographische Verbreitung der Tier- und Pflanzenarten über die verschiedenen Erdteile und deren Provinzen, über Festländer und Inseln, Meere und Flüsse; sondern auch die topographische Verbreitung derselben und ihre Verteilung in vertikaler Richtung, ihr Hinaufsteigen

auf die Höhen der Gebirge, ihr Hinabsteigen in die Tiefen des Ozeans.

Wie Ihnen bekannt sein wird, haben die sonderbaren chorologischen Erscheinungsreihen, welche die horizontale Verbreitung der Organismen über die Erdteile, und ihre vertikale Verbreitung in Höhen und Tiefen darbieten, schon seit längerer Zeit allgemeines Interesse erweckt. Insbesondere haben Alexander Humboldt, Frederik Schouw und Griesebach die Geographie der Pflanzen, Berghaus, Schmarda und Wallace die Geographie der Tiere in weiterem Umfange behandelt. Aber obwohl diese und manche andere Naturforscher unsere Kenntnisse von der Verbreitung der Tier- und Pflanzenformen vielfach gefördert und uns ein weites Gebiet des Wissens voll wunderbarer und interessanter Erscheinungen zugänglich gemacht haben, so blieb doch die ganze Chorologie immer nur ein zerstreutes Wissen von einer Masse einzelner Tatsachen. Eine Wissenschaft konnte man sie nicht nennen, solange uns die wirkenden Ursachen zur Erklärung dieser Tatsachen fehlten. Diese Ursachen hat uns erst die mit der Selektionstheorie eng verbundene Migrationstheorie, die Lehre von den Wanderungen der Tier- und Pflanzenarten, enthüllt, und erst seit Darwin können wir von einer selbständigen chorologischen Wissenschaft reden. Nächst Darwin haben namentlich Wallace und Moritz Wagner dieselbe gefördert.

Der erste Naturforscher, welcher den Grundgedanken der Migrationstheorie klar erfaßte und ihre Bedeutung für die Entstehung neuer Arten richtig erkannte, war der berühmte deutsche Geologe Leopold Buch. In seiner physikalischen Beschreibung der kanarischen Inseln gelangte er schon 1825, also 34 Jahre vor dem Erscheinen von Darwins Werk, zu den merkwürdigen Sätzen, welche ich Ihnen bereits früher wörtlich angeführt habe. In diesen sind Wanderung, Ausbreitung und räumliche Sonderung der Abarten als die drei bedeutungsvollen äußeren Ursachen hingestellt, welche die Umbildung der Ar-

ten bewirken; ihr Einfluß genügt, um durch innere Wechselwirkung der Veränderlichkeit und der Erblichkeit neue Spezies hervorzubringen. Dabei erörtert Buch vorzüglich auf Grund seiner eigenen, sehr ausgedehnten Beobachtungen auf großen Reisen, die hohe Bedeutung, welche die räumliche Sonderung der ausgewanderten Tiere und Pflanzen auf isolierten Inseln besitzt. Leider hat der geistvolle Geologe damals diesen wichtigen Gedanken nicht weiter ausgeführt und nicht einmal seinen Freund Alexander Humboldt von seiner Bedeutung überzeugen können. Wagner hat aber in seinem Aufsatze über Leopold Buch und Charles Darwin (1883) mit Recht hervorgehoben, daß der erstere mit Hinsicht auf die Migrationstheorie als der bedeutendste Vorläufer des letzteren gelten muß.

Wenn man die gesamten Erscheinungen der geographischen und topographischen Verbreitung der Organismen an und für sich betrachtet, ohne Rücksicht auf die allmähliche Entwicklung der Arten, und wenn man zugleich, dem herkömmlichen Aberglauben folgend, die einzelnen Tier- und Pflanzenarten als selbständig erschaffene und voneinander unabhängige Formen betrachtet, so bleibt nichts anderes übrig, als jene Erscheinungen wie eine bunte Sammlung von unbegreiflichen und unerklärlichen Wundern anzustaunen. Sobald man aber diesen niederen Standpunkt verläßt und mit der Annahme einer Stammesverwandtschaft der verschiedenen Spezies sich zur Höhe der Entwicklungstheorie erhebt, so fällt sogleich ein vollständig erklärendes Licht auf jenes mystische Wundergebiet; man überzeugt sich alsdann, daß alle jene chorologischen Tatsachen ganz einfach und leicht aus der Annahme einer gemeinsamen Abstammung der Arten, in Verbindung mit ihrer passiven und aktiven Wanderung begreiflich werden.

Der wichtigste Grundsatz, von dem wir in der Chorologie ausgehen müssen, und von dessen Wahrheit uns jede tiefere Betrachtung der Selektionstheorie

überzeugt, ist, daß in der Regel jede Tier- und Pflanzenart nur einmal im Lauf der Zeit und nur an einem Orte der Erde, an ihrem sogenannten „Schöpfungsmittelpunkte", durch natürliche Züchtung entstanden ist. Ich teile diese Ansicht Darwins unbedingt in bezug auf die große Mehrzahl der höheren und vollkommenen Organismen; sie gilt von den allermeisten Tieren und Pflanzen, bei denen die Arbeitsteilung und Formspaltung der sie zusammensetzenden Zellen und Organe einen gewissen Grad erreicht hat. Denn es ist ganz unglaublich, oder könnte doch nur durch einen höchst seltenen Zufall geschehen, daß alle die mannigfaltigen und verwickelten Umstände, alle die verschiedenen Bedingungen des Kampfes ums Dasein, die bei der Entstehung einer neuen Art durch natürliche Züchtung wirksam sind, genau in derselben Vereinigung und Verbindung mehr als einmal in der Erdgeschichte, oder gleichzeitig an mehreren verschiedenen Punkten der Erdoberfläche zusammen gewirkt haben.

Dagegen halte ich es für sehr wahrscheinlich, daß gewisse höchst unvollkommene Organismen vom einfachsten Bau, also Spezies von höchst indifferenter Natur, wie z. B. viele einzellige Protisten (Algarien sowohl als Amoeben und Infusorien), namentlich aber die einfachsten von allen, die Moneren, mehrmals oder gleichzeitig an mehreren Stellen der Erde entstanden seien. Denn die wenigen einfachen Bedingungen, durch welche ihre spezifische Gestalt im Kampfe ums Dasein umgebildet wurde, können sich wohl öfter im Laufe der Zeit, oder unabhängig voneinander an verschiedenen Stellen der Erde wiederholt haben. Ferner können auch diejenigen höheren spezifischen Formen, welche nicht durch natürliche Züchtung, sondern durch Bastardzeugung entstanden sind, die früher erwähnten Bastardarten, wiederholt an verschiedenen Orten in gleicher Form neu entstanden sein. Da uns jedoch diese verhältnismäßig geringe Anzahl von Organismen hier vorläufig noch nicht näher interessiert, so können wir in chorolo-

gischer Beziehung von ihnen absehen und brauchen bloß die Verbreitung der großen Mehrzahl der Tier- und Pflanzenarten in Betracht zu ziehen, bei denen die einmalige Entstehung jeder Spezies an einem einzigen Orte, an ihrem sogenannten „Schöpfungsmittelpunkte", aus vielen wichtigen Gründen als hinreichend gesichert angesehen werden kann.

Jede Tier- und Pflanzenart hat nun von Anbeginn ihrer Existenz an das Streben besessen, die beschränkte Lokalität ihrer Entstehung, die Schranken ihres „Schöpfungsmittelpunktes oder Entstehungszentrums", besser gesagt ihrer Urheimat oder ihres Ursprungsortes zu überschreiten und sich weiter auszubreiten. Das ist eine notwendige Folge der früher erörterten Bevölkerungs- und Überbevölkerungsverhältnisse. Je stärker eine Tier- oder Pflanzenart sich vermehrt, desto weniger reicht ihr beschränkter Ursprungsort für ihren Unterhalt aus, desto heftiger wird der Kampf ums Dasein, desto rascher tritt eine Überbevölkerung der Heimat und infolgedessen Auswanderung ein. Diese Wanderungen sind allen Organismen gemeinsam und sie sind die eigentliche Ursache der weiten Verbreitung der verschiedenen Organismenarten über die Erdoberfläche. Wie die Menschen aus den übervölkerten Staaten, so wandern Tiere und Pflanzen allgemein aus ihrer übervölkerten Urheimat aus.

Auf die hohe Bedeutung dieser sehr interessanten Wanderungen der Organismen haben schon früher viele ausgezeichnete Naturforscher, insbesondere Leopold Buch, Lyell, Schleiden u. a. wiederholt aufmerksam gemacht. Die Transportmittel, durch welche dieselben geschehen, sind äußerst mannigfaltig. Darwin hat dieselben im elften und zwölften Kapitel seines Werks, welche der „geographischen Verbreitung" ausschließlich gewidmet sind, vortrefflich erörtert. Die Transportmittel sind teils aktive, teils passive; d. h. der Organismus bewerkstelligt seine Wanderungen teils durch freie Ortsbewegungen, die von ihm selbst ausgehen, teils durch Bewegungen

anderer Naturkörper, an denen er sich nicht selbsttätig beteiligt.

Die aktiven Wanderungen spielen selbstverständlich die größte Rolle bei den frei beweglichen Tieren. Je freier die Bewegung eines Tieres nach allen Richtungen hin durch seine Organisation erlaubt ist, desto leichter kann diese Tierart wandern und desto rascher sich über die Erde ausbreiten. Am meisten begünstigt sind in dieser Beziehung natürlich die fliegenden Tiere, und insbesondere unter den Wirbeltieren die Vögel, unter den Gliedertieren die Insekten. Leichter als alle anderen Tiere konnten sich diese beiden Klassen alsbald nach ihrer Entstehung über die ganze Erde verbreiten, und daraus erklärt sich auch zum Teil die ungemeine innere Einförmigkeit, welche diese beiden großen Tierklassen vor allen anderen auszeichnet. Denn obwohl dieselben eine außerordentliche Anzahl von verschiedenen Arten enthalten, und obwohl die Insektenklasse allein mehr verschiedene Spezies besitzen soll, als alle übrigen Tierklassen zusammengenommen, so stimmen dennoch alle diese unzähligen Insektenarten, und ebenso andererseits die verschiedenen Vögelarten, in allen wesentlichen Eigentümlichkeiten ihrer Organisation ganz auffallend überein. Daher kann man sowohl in der Klasse der Insekten wie in derjenigen der Vögel nur eine sehr geringe Anzahl von größeren natürlichen Gruppen oder „Ordnungen" unterscheiden, und diese wenigen Ordnungen weichen im inneren Bau nur sehr wenig voneinander ab. Die artenreichen Vögelordnungen sind lange nicht so weit voneinander verschieden, wie die viel weniger artenreichen Ordnungen der Säugetierklasse; und die an Genera- und Speziesformen äußerst reichen Insekten stehen sich im innern Bau viel näher, als die viel kleineren Ordnungen der Krebsklasse. Die durchgehende Parallele zwischen den Vögeln und den Insekten ist auch in dieser systematischen Beziehung sehr interessant; die größte Bedeutung ihres Formenreichtums für die wissenschaftliche Morpho-

logie liegt darin, daß sie uns zeigen, wie innerhalb des engsten anatomischen Spielraums, und ohne tiefere Veränderungen der wesentlichen inneren Organisation, die größte Mannigfaltigkeit der äußeren Körperform sich ausbilden kann. Offenbar liegt der Grund dafür in der fliegenden Lebensweise und in der freiesten Ortsbewegung. Infolgedessen haben sich die Vögel sowohl wie die Insekten rasch über die ganze Erdoberfläche verbreitet, haben an allen möglichen, anderen Tieren unzugänglichen Lokalitäten sich angesiedelt, und nun durch oberflächliche Anpassung an zahllose bestimmte Lokalverhältnisse ihre spezifische Form vielfach modifiziert.

Unter den fliegenden Wirbeltieren sind außerdem von ganz besonderem Interesse für die Chorologie auch die Fledermäuse. Denn keine einzige Insel, welche mehr als 300 Seemeilen vom nächsten Festlande entfernt ist, besitzt andere eingeborene Landsäugetiere. Hingegen sind zahlreiche Fledermausarten auf jenen isolierten Inseln zu finden, und viele einzelne Inseln oder Inselgruppen sind durch den Besitz ganz besonderer Arten, oder selbst eigentümlicher Gattungen von Fledermäusen ausgezeichnet. Diese merkwürdige Tatsache erklärt sich höchst einfach durch die Theorie der Selektion und Migration, während sie ohne dieselbe ein unverständliches Wunder bleibt. Landsäugetiere, welche nicht fliegen können, sind nicht imstande, weite Meeresstrecken zu durchwandern und abgelegene Inseln zu erreichen. Das ist nur den Fledermäusen möglich, welche anhaltend fliegen und außerdem leicht durch Stürme Hunderte von Meilen weit verschlagen werden können. Auf eine entfernte Insel verschlagen, werden sie sich den ganz verschiedenen Existenzbedingungen derselben anpassen müssen; und ihre Nachkommen werden früher oder später sich in neue Arten oder selbst neue Gattungsformen umbilden.

Nächst den fliegenden Tieren haben natürlich am raschesten und weitesten sich diejenigen ausgebreitet, die nächstdem am besten wandern konnten, die

besten Läufer unter den Landbewohnern, die besten Schwimmer unter den Wasserbewohnern. Das Vermögen derartiger aktiver Wanderungen ist aber nicht bloß auf diejenigen Tiere beschränkt, welche ihr ganzes Leben hindurch sich freier Ortsbewegung erfreuen. Denn auch die festsitzenden Tiere, wie z. B. die Korallen, die Röhrenwürmer, die Seescheiden, die Seelilien, die Moostiere, die Rankenkrebse und viele andere niederen Tiere, die auf Seepflanzen, Steinen u. dgl. festgewachsen sind, genießen doch in ihrer Jugend wenigstens freie Ortsbewegung. Sie alle wandern, ehe sie sich festsetzen. Gewöhnlich ist der erste frei bewegliche Jugendzustand derselben eine flimmernde Larve, ein rundliches Körperchen, welches mittels eines Kleides von beweglichen Flimmerhaaren im Wasser umherschwärmt. Alle diese schwimmenden Flimmerlarven niederer Tiere haben sich ursprünglich aus derselben gemeinsamen Keimform entwickelt, aus der becherförmigen Gastrula; auch diese ist durch ein bewegliches Flimmerkleid ursprünglich zu weiter Ausbreitung befähigt.

Aber nicht auf die Tiere allein ist das Vermögen der freien Ortsbewegung und somit auch der aktiven Wanderung beschränkt, sondern selbst viele Pflanzen erfreuen sich desselben. Viele niedere Wasserpflanzen, insbesondere aus der Tangklasse, schwimmen in ihrer ersten Jugend, gleich den eben erwähnten niederen Tieren, frei umher, und zwar mittels beweglicher Flimmerhaare, entweder einer schwingenden Geißel oder eines zitternden Wimperpelzes; erst später setzen sie sich fest. Selbst bei vielen höheren Pflanzen, die wir als kriechende und kletternde bezeichnen, können wir von einer aktiven Wanderung sprechen. Der langgestreckte Stengel oder Wurzelstock derselben kriecht oder klettert während seines langen Wachstums nach neuen Standorten oder erobert sich mittels seiner weitverzweigten Äste einen neuen Wohnort, in dem er sich durch Knospen befestigt und neue Kolonien von anderen Individuen seiner Art hervorruft.

So einflußreich nun aber auch diese aktiven Wanderungen der meisten Tiere und vieler Pflanzen sind, so würden sie allein doch bei weitem nicht ausreichen, uns die Chorologie der Organismen zu erklären. Vielmehr sind bei weitem wichtiger und von ungleich größerer Wirkung, wenigstens für die meisten Pflanzen und für viele Tiere, von jeher die passiven Wanderungen gewesen. Solche passive Ortsveränderungen werden durch äußerst mannigfaltige Ursachen hervorgebracht. Luft und Wasser in ihrer ewigen Bewegung, Wind und Wellen in ihrer mannigfaltigen Strömung spielen dabei die größte Rolle. Der Wind hebt allerorten und allerzeiten leichte Organismen, kleine Tiere und Pflanzen, namentlich aber die jugendlichen Keime derselben, Tiereier und Pflanzensamen, in die Höhe, und führt sie weithin über Land und Meer. Wo dieselben in das Wasser fallen, werden sie von Strömungen oder Wellen erfaßt und nach anderen Orten hingeführt. Wie weit in vielen Fällen Baumstämme, hartschalige Früchte und andere schwer verwesliche Pflanzenteile durch den Lauf der Flüsse und durch die Strömungen des Meeres von ihrer ursprünglichen Heimat weggeführt werden, ist aus zahlreichen Beispielen bekannt. Palmenstämme aus Westindien werden durch den Golfstrom nach den britischen und norwegischen Küsten gebracht. Alle großen Ströme führen Treibholz aus den Gebirgen und oft Alpenpflanzen aus ihrer Quellenheimat in die Ebenen hinab und weiter bis zu ihrer Ausmündung in das Meer. Zwischen dem Wurzelwerk dieser fortgetriebenen Pflanzen, zwischen dem Gezweige der fortgeschwemmten Baumstämme sitzen oft zahlreiche Bewohner derselben, welche an der passiven Wanderung teilnehmen müssen. Die Baumrinde ist mit Moos, Flechten und parasitischen Insekten bedeckt. Andere Insekten, Spinnen u. dergl., selbst kleine Reptilien und Säugetiere, sitzen geborgen in dem hohlen Stamme oder halten sich fest an den Zweigen. In der Erde, die zwischen die Wurzelfasern eingeklemmt ist, in dem Staube, wel-

cher in den Rindenspalten festsitzt, befinden sich zahllose Eier und Keime von kleineren Tieren und Pflanzen. Landet nun der fortgetriebene Stamm glücklich an einer fremden Küste oder einer fernen Insel, so können die Gäste, welche an der unfreiwilligen Reise teilnehmen mußten, ihr Fahrzeug verlassen und sich in dem neuen Vaterlande ansiedeln.

Eine seltsame besondere Form dieses Wassertransportes vermitteln die schwimmenden Eisberge, die sich alljährlich von dem ewigen Eise der Polarmeere ablösen. Obwohl jene kalten Zonen im ganzen sehr spärlich bevölkert sind, so können doch manche von ihren Bewohnern, die sich zufällig auf einem Eisberge während seiner Ablösung befanden, mit demselben von den Strömungen fortgeführt und an wärmeren Küsten gelandet werden. So ist schon oft mit abgelösten Eisblöcken des nördlichen Eismeeres eine ganze kleine Bevölkerung von Tieren und Pflanzen nach den nördlichen Küsten von Europa und Amerika geführt worden. Ja sogar einzelne Eisfüchse und Eisbären sind so lebend nach Island, Norwegen und den britischen Inseln gelangt.

Keine geringere Bedeutung als der Wassertransport besitzt für die passiven Wanderungen der Lufttransport. Der Staub, der unsere Straßen und Dächer bedeckt, die Erdkruste, welche auf trockenen Feldern und ausgetrockneten Wasserbecken sich befindet, die leichte Humusdecke des Waldbodens, kurz, die ganze Oberfläche des trockenen Landes enthält Millionen von kleinen Organismen und von Keimen derselben. Viele von diesen kleinen Tieren und Pflanzen können ohne Schaden vollständig austrocknen und erwachen wieder zum Leben, sobald sie befeuchtet werden. Jeder Windstoß hebt mit dem Staube unzählige solche kleine Lebewesen in die Höhe und führt sie oft meilenweit nach anderen Orten hin. Aber auch größere Organismen, und namentlich Keime von solchen, können oft weite passive Luftreisen machen. Bei vielen Pflanzen sind die Samenkörner mit leichten Federkronen versehen,

die wie Fallschirme wirken und ihr Schweben in der Luft erleichtern, ihr Niederfallen erschweren. Spinnen machen auf ihrem leichten Fadengespinste, dem sogenannten „fliegenden Weibersommer", meilenweite Luftreisen. Junge Frösche werden durch Wirbelwinde oft zu Tausenden in die Luft erhoben und fallen als sogenannter „Froschregen" an einem entfernten Orte nieder. Vögel und Insekten können durch Stürme über den halben Erdkreis weggeführt werden. Sie fallen in den Vereinigten Staaten nieder, nachdem sie sich in England erhoben hatten. In Kalifornien aufgeflogen, kommen sie in China erst wieder zur Ruhe. Mit den Vögeln und Insekten können aber wieder viele andere Organismen die Reise von einem Kontinent zum andern machen. Selbstverständlich wandern mit allen Organismen die auf ihnen wohnenden Parasiten, deren Zahl Legion ist: die Flöhe, Läuse, Milben, Pilze usw. In der Erde, die oft zwischen den Zehen der Vögel beim Auffliegen hängen bleibt, sitzen wiederum kleine Tiere und Pflanzen oder Keime von solchen. Und so kann die freiwillige oder unfreiwillige Wanderung eines einzigen größeren Organismus eine kleine Flora oder Fauna mit vielen verschiedenen Arten unter günstigen Umständen aus einem Weltteil in den andern hinüber führen.

Außer den angegebenen Transportmitteln gibt es nun auch noch viele andere, welche die Verbreitung der Tier- und Pflanzenarten über weite Strecken der Erdoberfläche, und insbesondere die allgemeine Verbreitung der sogenannten kosmopolitischen Spezies erklären. Doch würden wir uns hieraus allein bei weitem nicht alle chorologischen Tatsachen erklären können. Wie kommt es z. B., daß viele Süßwasserbewohner in zahlreichen, weit voneinander getrennten und ganz gesonderten Flußgebieten oder Seen leben? Wie kommt es, daß viele Gebirgsbewohner, die in der Ebene gar nicht existieren können, auf gänzlich getrennten und weit entfernten Gebirgsketten gefunden werden? Daß jene Süßwasserbewohner die zwi-

schen ihren Wassergebieten liegenden Landstrecken, daß diese Gebirgsbewohner die zwischen ihren Gebirgsheimaten liegenden Ebenen in irgendeiner Weise aktiv oder passiv durchwandert hätten, ist schwer anzunehmen und in vielen Fällen gar nicht denkbar. Hier kommt uns nun als mächtiger Bundesgenosse die Geologie zur Hilfe. Sie löst uns jene schwierigen Rätsel vollständig.

Die Entwicklungsgeschichte der Erde zeigt uns, daß die Verteilung von Land und Wasser an ihrer Oberfläche sich in ewigem und ununterbrochenem Wechsel befindet. Überall finden infolge von geologischen Veränderungen des Erdinnern, vorzugsweise aber durch ausgedehnte Faltenbildung der oberflächlichen Erdrinde, Hebungen und Senkungen des Bodens statt, bald hier bald dort stärker vortretend oder nachlassend. Wenn dieselben auch so langsam geschehen, daß sie im Laufe des Jahrhunderts die Meeresküste nur um wenige Zolle, oder selbst nur um ein paar Linien heben oder senken, so bewirken sie doch im Laufe langer Zeiträume erstaunliche Resultate. Und an langen, an unermeßlich langen Zeiträumen hat es in der Erdgeschichte niemals gefehlt. Im Laufe der vielen Millionen Jahre, seit schon organisches Leben auf der Erde existiert, haben Land und Meer sich beständig um die Herrschaft gestritten. Küstenländer und Inseln sind unter Meer versunken, und neue sind aus seinem Schoße emporgestiegen. Seen und Meere sind langsam gehoben worden und ausgetrocknet, und neue Wasserbecken sind durch Senkung des Bodens entstanden. Halbinseln wurden zu Inseln, indem die schmale Landzunge, die sie mit dem Festlande verband, unter Wasser sank. Die zahlreichen Inseln eines Archipelagus wurden zu Spitzen einer zusammenhängenden Gebirgskette, wenn der tiefe Boden ihres Meeres ganz bedeutend gehoben wurde.

So war einst das Mittelmeer ein Binnensee, als noch an Stelle der Gibraltarstraße Afrika durch eine Landenge mit Spanien zusammenhing. Noch früher,

als auch Sizilien mit Tunis durch einen Landrücken verbunden war, bildete dasselbe sogar zwei geschlossene Seebecken, ein östliches und ein westliches; die Bewohner beider sind noch heute teilweise verschieden. England hat mit dem europäischen Festlande selbst während der neueren Erdgeschichte, als schon Menschen existierten, wiederholt zusammengehangen und ist wiederholt davon getrennt worden. Ja sogar Europa und Nordamerika haben unmittelbar im Zusammenhang gestanden. Die Sundasee gehörte früher zum indischen Kontinent, und die zahllosen kleinen Inseln, die heute in derselben zerstreut liegen, waren bloß die höchsten Kuppen der Gebirge jenes Kontinentes. Der indische Ozean existierte in Form eines Kontinents, der von den Sundainseln längs des südlichen Asiens sich bis zur Ostküste von Afrika erstreckte. Dieser einstige große Kontinent, den der Engländer Sclater wegen der für ihn charakteristischen Halbaffen Lemuria genannt hat, ist vielleicht die Wiege des Menschengeschlechts gewesen, das aus anthropoiden Affen sich dort hervorbildete.

Ganz besonders interessant aber ist der wichtige Nachweis, welchen Alfred Wallace mit Hilfe chorologischer Tatsachen geführt hat, daß der heutige malayische Archipel eigentlich aus zwei ganz verschiedenen Abteilungen besteht. Die westliche Abteilung, der indo-malayische Archipel, umfaßt die großen Inseln Borneo, Java und Sumatra, und hing früher durch Malakka mit dem asiatischen Festlande und wahrscheinlich auch mit dem eben genannten Lemurien zusammen. Die östliche Abteilung dagegen, der austral-malayische Archipel, Celebes, die Molukken, Neuguinea, die Salomonsinseln usw. umfassend, stand früherhin mit Australien in unmittelbarem Zusammenhang. Beide Abteilungen waren vormals zwei durch eine Meerenge getrennte Kontinente, sind aber jetzt größtenteils unter den Meeresspiegel versunken. Die Lage jener früheren Meerenge, deren Südende zwischen Bali und Lombok hindurch geht, hat Wallace bloß auf Grund seiner ge-

nauen chorologischen Beobachtungen in der scharfsinnigsten Weise fest zu bestimmen vermocht. Noch heute bildet diese tiefe Meerenge, obwohl nur 15 Seemeilen breit, eine scharfe Grenze zwischen den beiden kleinen Inseln Bali und Lombok; die Tierwelt der ersteren gehört größtenteils zu Hinterindien, diejenige des letzteren zu Australien.

So haben, seitdem tropfbar-flüssiges Wasser auf der Erde existiert, die Grenzen von Wasser und Land sich in ewigem Wechsel verändert, und man kann behaupten, daß die Umrisse der Kontinente und Inseln nicht eine Stunde, ja nicht eine Minute hindurch sich jemals gleichgeblieben sind. Denn ewig und ununterbrochen nagt die Brandung an dem Saume der Küsten; und was das Land an diesen Stellen beständig an Ausdehnung verliert, das gewinnt es an anderen Stellen durch Anhäufung vom Schlamm, der sich zu festem Gestein verdichtet und wieder über den Meeresspiegel als neues Land sich erhebt. Nichts kann irriger sein als die Vorstellung von einem festen und unveränderlichen Umrisse unserer Kontinente, wie sie uns in früher Jugend schon durch unseren mangelhaften, der geologischen Basis entbehrenden geographischen Unterricht eingeprägt wird.

Nun brauche ich Sie wohl kaum noch darauf aufmerksam zu machen, wie äußerst wichtig von jeher diese geologischen Veränderungen der Erdoberfläche für die Wanderungen der Organismen und infolgedessen für ihre Chorologie gewesen sein müssen. Wir lernen dadurch begreifen, wie dieselben oder ganz nahe verwandte Tier- und Pflanzenarten auf verschiedenen Inseln vorkommen können, obwohl sie nicht das Wasser zwischen denselben durchwandern können; und wie andere, das Süßwasser bewohnende Arten in verschiedenen geschlossenen Seebecken wohnen können, obgleich sie nicht das Land zwischen denselben zu überschreiten vermögen. Jene Inseln waren früher Bergspitzen eines zusammenhängenden Festlandes, und diese Seen standen einst-

mals im unmittelbaren Zusammenhang. Durch geologische Senkungen wurden die ersteren, durch Hebungen die letzteren getrennt. Nun müssen wir ferner bedenken, wie oft und wie ungleichmäßig an den verschiedenen Stellen der Erde solche wechselnde Hebungen und Senkungen stattfanden, und infolgedessen die Grenzen der geographischen Verbreitungsbezirke der Arten sich veränderten; wir müssen bedenken, wie außerordentlich mannigfaltig dadurch die aktiven und passiven Wanderungen der Organismen beeinflußt werden mußten; dann lernen wir vollständig die bunte Mannigfaltigkeit des Bildes begreifen, welches uns gegenwärtig die Verteilung der Tier- und Pflanzenarten darbietet.

Noch ein anderer wichtiger Faktor ist aber hier hervorzuheben, der ebenfalls für die volle Erklärung jenes bunten geographischen Bildes von großer Bedeutung ist, und manche sehr dunkle Tatsachen aufhellt, die wir ohne ihn nicht begreifen würden. Das ist nämlich der allmähliche Klimawechsel, welcher während des langen Verlaufs der organischen Erdgeschichte stattgefunden hat. Wie wir schon im vorhergehenden Vortrage gesehen haben, muß beim Beginne des organischen Lebens auf der Erde allgemein eine viel höhere und gleichmäßigere Temperatur geherrscht haben, als gegenwärtig stattfindet. Die Zonenunterschiede, die jetzt sehr auffallend hervortreten, fehlten damals noch gänzlich. Wahrscheinlich viele Millionen Jahre hindurch herrschte auf der ganzen Erde ein Klima, welches dem heißesten Tropenklima der Jetztzeit nahe stand oder dasselbe noch übertraf. Der höchste Norden, bis zu welchem der Mensch jetzt vorgedrungen ist, war damals mit Palmen und anderen Tropengewächsen bedeckt, deren versteinerte Reste wir noch jetzt dort finden. Sehr langsam und allmählich nahm später die Temperatur ab; aber immer noch blieben die Pole so warm, daß die ganze Erdoberfläche für Organismen bewohnbar war. Erst in einer verhältnismäßig sehr jungen Periode der Erdgeschichte, nämlich im Beginn der

Tertiärzeit, erfolgte, wie es scheint, die erste wahrnehmbare Abkühlung der Erdrinde von den beiden Polen her, und somit die erste Differenzierung und Sonderung verschiedener Temperaturgürtel oder klimatischer Zonen. Die langsame und allmähliche Abnahme der Temperatur bildete sich nun innerhalb der Tertiärperiode immer weiter aus, bis zuletzt an beiden Polen der Erde das erste Eis entstand.

Wie wichtig dieser Klimawechsel für die geographische Verbreitung der Organismen und für die Entstehung zahlreicher neuer Arten werden mußte, braucht kaum ausgeführt zu werden. Die Tier- und Pflanzenarten, die bis zur Tertiärzeit hin überall auf der Erde bis zu den Polen ein angenehmes tropisches Klima gefunden hatten, waren nunmehr gezwungen, entweder sich der eindringenden Kälte anzupassen oder vor derselben zu fliehen. Diejenigen Spezies, welche sich anpaßten und an die sinkende Temperatur gewöhnten, werden durch diese Akklimatisation selbst unter dem Einfluß der natürlichen Züchtung in neue Arten umgewandelt. Die anderen Arten, welche vor der Kälte flohen, mußten auswandern und in den niederen Breiten ein milderes Klima suchen. Dadurch mußten die bisherigen Verbreitungsbezirke der Arten gewaltig verändert werden.

Nun aber blieb in dem letzten großen Abschnitte der Erdgeschichte, in der auf die Tertiärzeit folgenden Quartärperiode (oder in der Diluvialzeit) die Wärmeabnahme der Erde von den Polen her keineswegs stehen. Vielmehr sank die Temperatur nun tiefer und tiefer, ja selbst weit unter den heutigen Grad herab. Das nördliche und mittlere Asien, Europa und Nordamerika bedeckte sich vom Nordpol her in großer Ausdehnung mit einer zusammenhängenden Eisdecke, welche in unserem Erdteile bis gegen die Alpen gereicht zu haben scheint. In ähnlicher Weise drang auch vom Südpol her die Kälte vor, und überzog einen großen, jetzt eisfreien Teil der südlichen Halbkugel mit einer starren Eisdecke. So blieb zwischen diesen gewaltigen lebentötenden

Eiskontinenten nur noch ein schmaler Gürtel übrig, auf welchen das Leben der organischen Welt sich zurückziehen konnte. Diese Periode, während welcher der Mensch bereits existierte, und welche den ersten Hauptabschnitt der sogenannten Diluvialzeit bildet, ist jetzt allgemein unter dem Namen der Eiszeit oder Glazialperiode bekannt und berühmt.

Der erste Naturforscher, der den Gedanken der Eiszeit klar erfaßte und mit Hilfe der sogenannten Wanderblöcke oder erratischen Steinblöcke, sowie der „Gletscherschliffe" die große Ausdehnung der früheren Vergletscherung von Mitteleuropa nachwies, war der geistvolle Karl Schimper. Von ihm angeregt, und durch die selbständigen Untersuchungen des ausgezeichneten Geologen Charpentier bedeutend gefördert, unternahm es später der Schweizer Naturforscher Louis Agassiz, die Theorie von der Eiszeit weiter auszuführen. In England machte sich besonders der Geologe Forbes um sie verdient und verwertete sie auch bereits für die Theorie von den Wanderungen und der dadurch bedingten geographischen Verbreitung der Arten. Agassiz hingegen schadete späterhin der Theorie durch einseitige Übertreibung, indem er, der Katastrophentheorie Cuviers zu Liebe, durch die plötzlich hereinbrechende Kälte der Eiszeit und die damit verbundene „Revolution" den gänzlichen Untergang der damaligen Schöpfung erklären wollte.

Auf die Eiszeit selbst und die scharfsinnigen Untersuchungen über ihre Grenzen näher einzugehen, habe ich hier keine Veranlassung, und kann um so mehr darauf verzichten, als die ganze neuere geologische Literatur voll davon ist. Sie finden eine ausführliche Erörterung derselben vorzüglich in den neuesten Werken von Albrecht Penck, Die Alpen im Eiszeitalter, und Ludwig Reinhardt, Der Mensch zur Eiszeit, 1906. Für uns ist hier nur das hohe Gewicht von Bedeutung, welches sie für die Erklärung der schwierigsten chorologischen Probleme besitzt, und welches von Darwin sehr richtig erkannt wurde.

Es kann nämlich keinem Zweifel unterliegen, daß diese Vergletscherung der heutzutage gemäßigten Zonen einen außerordentlich bedeutenden Einfluß auf die geographische und topographische Verteilung der Organismen ausüben und dieselbe gänzlich umgestalten mußte. Während die Kälte langsam von den Polen her gegen den Äquator vorrückte und Land und Meer mit einer zusammenhängenden Eisdecke überzog, mußte sie natürlich die ganze lebende Organismenwelt vor sich her treiben. Tiere und Pflanzen mußten auswandern, wenn sie nicht erfrieren wollten. Da nun aber zu jener Zeit vermutlich die gemäßigte und die Tropenzone nicht weniger dicht als gegenwärtig mit Pflanzen und Tieren bevölkert gewesen sein wird, so muß sich zwischen diesen und den von den Polen her kommenden Eindringlingen ein furchtbarer Kampf ums Dasein erhoben haben. In diesem Kampfe, der jedenfalls viele Jahrtausende dauerte, werden viele Arten zugrunde gegangen, viele Arten abgeändert und zu neuen Spezies umgebildet worden sein. Die bisherigen Verbreitungsbezirke der Arten mußten aber völlig verändert werden. Und dieser Kampf muß auch dann noch fortgedauert haben, ja er muß von neuem entbrannt und in neuen Formen weiter geführt worden sein, als die Eiszeit ihren Höhepunkt überschritten hatte, und als nunmehr in der postglazialen Periode die Temperatur wieder zunahm und die Organismen nach den Polen hin zurückzuwandern begannen.

Jedenfalls ist dieser gewaltige Klimawechsel, mag man sonst demselben eine größere oder eine geringere Bedeutung zuschreiben, eines derjenigen Ereignisse in der Erdgeschichte, die am bedeutendsten auf die Verteilung der organischen Formen eingewirkt haben. Namentlich wird aber ein sehr wichtiges und schwieriges chorologisches Verhältnis dadurch in der einfachsten Weise erklärt: das ist die spezifische Übereinstimmung vieler unserer Alpenbewohner mit vielen Bewohnern der Polarländer. Es gibt eine große Anzahl von ausgezeichneten Tier-

und Pflanzenformen, die diesen beiden weit getrennten Erdgegenden gemeinsam sind und nirgends in dem weiten, ebenen Zwischenraume zwischen beiden gefunden werden. Eine Wanderung derselben von den Polarländern nach den Alpenhöhen und umgekehrt wäre unter den gegenwärtigen klimatischen Verhältnissen undenkbar oder doch höchstens nur in wenigen seltenen Fällen anzunehmen. Eine solche Wanderung konnte aber stattfinden, ja sie mußte stattfinden während des allmählichen Eintrittes und Rückzuges der Eiszeit. Da die Vergletscherung von Nordeuropa bis gegen unsere Alpenkette vordrang, so werden die derselben folgenden Polarbewohner, Gentianen und Saxifragen, Eisfüchse und Schneehasen, damals unser deutsches Vaterland und überhaupt Mitteleuropa bevölkert haben. Als nun die Temperatur wieder zunahm, zog sich nur ein Teil dieser arktischen Bevölkerung mit dem zurückweichenden Eise in die Polarzone wieder zurück. Ein anderer Teil derselben stieg statt dessen an den Bergen der Alpenkette in die Höhe und fand hier das ihm zusagende kalte Klima. So erklärt sich ganz einfach jene rätselhafte chorologische Erscheinung.

Wir haben die Lehre von den Wanderungen der Organismen oder die Migrationstheorie bisher vorzüglich insofern verfolgt, als sie uns die Ausstrahlung jeder Tier- und Pflanzenart von einer einzigen Urheimat, von einem Ursprungsorte oder „Schöpfungsmittelpunkte“ aus erklärt, und ihre Ausbreitung über einen größeren oder geringeren Teil der Erdoberfläche erläutert. Nun sind aber die Wanderungen der Tiere und Pflanzen für die Entwicklungstheorie auch noch außerdem deshalb von großer Bedeutung, weil wir darin ein sehr wichtiges Hilfsmittel für die Entstehung neuer Arten erblicken müssen. Wenn Tiere und Pflanzen auswandern, so treffen sie, ebenso wie auswandernde Menschen, in der neuen Heimat neue Verhältnisse an, mehr oder weniger verschieden von den gewohnten, Generationen hindurch ererbten Existenzbedingungen. Die-

sen neuen, ungewohnten Lebensbedingungen müssen sich die Auswanderer entweder fügen und anpassen, oder sie gehen zugrunde. Durch die Anpassung selbst wird aber ihr eigentümlicher, spezifischer Charakter verändert, um so mehr, je größer der Unterschied zwischen der neuen und der alten Heimat ist. Das neue Klima, die neue Nahrung, vor allem aber die neue Nachbarschaft anderer Tiere und Pflanzen wirkt auf den ererbten Charakter der eingewanderten Spezies umbildend ein, und wenn dieselbe nicht zäh genug ist, diesen Einflüssen zu widerstehen, so muß früher oder später eine neue Art daraus hervorgehen. In den meisten Fällen wird diese Umformung der eingewanderten Spezies unter dem Einflusse des veränderten Kampfes ums Dasein so rasch vor sich gehen, daß schon nach wenigen Generationen eine neue Art daraus entstanden ist.

Von besonderer Bedeutung ist in dieser Beziehung die Wanderung für alle Gonochoristen, d. h. für alle Organismen mit getrennten Geschlechtern. Denn bei diesen wird die Entstehung neuer Arten durch natürliche Züchtung immer dadurch erschwert oder verzögert, daß sich die variierenden Ankömmlinge gelegentlich wieder mit der unveränderten Stammform geschlechtlich vermischen, und so durch Kreuzung in die ursprüngliche Form zurückschlagen. Wenn dagegen solche Abarten ausgewandert sind, wenn sie durch weite Entfernungen oder durch Schranken der Wanderung, durch Meere, Gebirge usw. von den alten Heimat getrennt sind, so ist die Gefahr einer Vermischung mit der Stammform aufgehoben, und die Isolierung der ausgewanderten Form, die durch Anpassung in eine neue Art übergeht, verhindert ihre Kreuzung und dadurch ihren Rückschlag in die Stammform.

Diese Bedeutung der Wanderung für die Isolierung der neu entstehenden Arten und die Verhütung baldiger Rückkehr in die Stammformen wurde vorzüglich von dem geistreichen Reisenden Moritz Wagner in München hervorgehoben; teils in einem be-

sonderen Schriftchen über „Die Darwinsche Theorie und das Migrationsgesetz der Organismen", teils in mehreren Aufsätzen, welche im „Kosmos" und „Ausland" erschienen sind. Später (1889) sind dieselben in einem Bande gesammelt worden, unter dem Titel: „Die Entstehung der Arten durch räumliche Sonderung". Wagner hat aus seiner eigenen reichen Erfahrung eine große Anzahl von treffenden Beispielen gesammelt, welche die von Darwin im elften und zwölften Kapitel seines Buches gegebene Migrationstheorie bestätigen, und welche ganz besonders den Nutzen der völligen Isolierung der ausgewanderten Organismen für die Entstehung neuer Spezies erörtern. Wagner faßt die einfachen Ursachen, „welche die Form räumlich abgegrenzt und in ihrer typischen Verschiedenheit begründet haben", in folgenden drei Sätzen zusammen: „1. Je größer die Summe der Veränderungen in den bisherigen Lebensbedingungen ist, welche emigrierende Individuen bei Einwanderung in einem neuen Gebiete finden, desto intensiver muß die jedem Organismus innewohnende Variabilität sich äußern. 2. Je weniger diese gesteigerte individuelle Veränderlichkeit der Organismen im ruhigen Fortbildungsprozeß durch die Vermischung zahlreicher nachrückender Einwanderer der gleichen Art gestört wird, desto häufiger wird der Natur durch Summierung und Vererbung der neuen Merkmale die Bildung einer neuen Varietät (Abart oder Rasse), d. i. einer beginnenden Art, gelingen. 3. Je vorteilhafter für die Abart die in den einzelnen Organen erlittenen Veränderungen sind, je besser letztere den umgebenden Verhältnissen sich anpassen, und je länger die ungestörte Züchtung einer beginnenden Varietät von Kolonisten in einem neuen Territorium ohne Mischung mit nachrückenden Einwanderern derselben Art fortdauert, desto häufiger wird aus der Abart eine neue Art entstehen."

Diesen drei Sätzen von Moritz Wagner kann jeder beistimmen. Für vollkommen irrig müssen wir dagegen seine Vorstellung halten, daß die Wanderung

und die darauf folgende Isolierung der ausgewanderten Individuen eine notwendige Bedingung für die Entstehung neuer Arten sei. Wagner sagt: „Ohne eine lange Zeit dauernde Trennung der Kolonisten von ihren früheren Artgenossen kann die Bildung einer neuen Rasse nicht gelingen, kann die Zuchtwahl überhaupt nicht stattfinden. Unbeschränkte Kreuzung, ungehinderte geschlechtliche Vermischung aller Individuen einer Spezies wird stets Gleichförmigkeit erzeugen und Varietäten, deren Merkmale nicht durch eine Reihe von Generationen fixiert worden sind, wieder in den Urschlag zurückstoßen."

Diesen Satz, in welchem Wagner selbst das Hauptresultat seiner Arbeit zusammenfaßt, würde er nur in dem Falle überhaupt verteidigen können, wenn alle Organismen getrennten Geschlechts wären, wenn jede Entstehung neuer Individuen nur durch Vermischung männlicher und weiblicher Individuen möglich wäre. Das ist nun aber durchaus nicht der Fall. Merkwürdigerweise sagt Wagner gar nichts von den zahlreichen Zwittern der Hermaphroditen, die, im Besitz von beiderlei Geschlechtsorganen, der Selbstbefruchtung fähig sind; und ebenso nichts von den zahllosen niedrigsten Organismen, die überhaupt noch nicht geschlechtlich differenziert sind.

Nun hat es aber seit frühester Zeit der organischen Erdgeschichte Tausende von Organismenarten gegeben, und gibt deren Tausende noch heute, bei denen noch gar kein Geschlechtsunterschied, überhaupt noch gar keine geschlechtliche Fortpflanzung vorkommt, und die sich ausschließlich auf ungeschlechtlichem Wege, durch Teilung, Knospung, Sporenbildung usw. fortpflanzen. Die große Masse der Pilze und der Protisten, die Moneren, Amoeben, Myxomyzeten, Rhizopoden usw., kurz die Mehrzahl der niederen Organismen, die wir in dem zwischen Tier- und Pflanzenreich stehenden Protistenreich aufführen werden, pflanzen sich ausschließlich auf ungeschlechtlichem Wege fort! Und zu diesem gehört eine der formenreichsten Organismenklassen, ja so-

gar in gewisser Beziehung die formenreichste von allen, indem alle möglichen geometrischen Grundformen in ihr verkörpert sind. Das ist die wunderbare Klasse der Rhizopoden oder Wurzelfüßer, welche die kalkschaligen Thalamophoren und die kieselschaligen Radiolarien umfaßt.

Auf alle diese ungeschlechtlichen Organismen würde also selbstverständlich die Wagnersche Theorie gar nicht anwendbar sein. Dasselbe würde aber ferner auch von allen jenen Zwittern oder Hermaphroditen gelten, bei denen jedes Individuum, im Besitze von männlichen und weiblichen Organen, der Selbstbefruchtung fähig ist. Das ist bei den meisten Pflanzen der Fall, ebenso bei vielen Würmern (Strudelwürmern, Saugwürmern, Bandwürmern), ferner bei den festsitzenden Rankenkrebsen (Zirripedien), bei den wichtigen Manteltieren und bei sehr vielen anderen. Zahlreiche Arten derselben sind durch natürliche Züchtung entstanden, ohne daß eine „Kreuzung" der entstehenden Spezies mit ihrer Stammform überhaupt möglich war.

Wie ich schon im achten Vortrage Ihnen zeigte, ist die Entstehung der beiden Geschlechter und somit die ganze geschlechtliche Fortpflanzung überhaupt als ein Vorgang aufzufassen, der erst in späterer Zeit der organischen Erdgeschichte infolge von Differenzierung oder Arbeitsteilung eingetreten ist. Die ältesten Organismen der Erde können sich jedenfalls nur auf dem einfachsten ungeschlechtlichen Wege fortgepflanzt haben. Selbst jetzt noch vermehren sich die meisten Protisten, ebenso wie die zahllosen Zellenformen, welche den Körper der höheren Organismen zusammensetzen, nur durch ungeschlechtliche Zeugung. Und doch entstehen hier überall durch Differenzierung infolge von natürlicher Züchtung „neue Arten"; auch die Gewebezellen sind „konstante Spezies" von Elementarorganismen.

Aber selbst wenn wir bloß die Tier- und Pflanzenarten mit getrennten Geschlechtern hier in Betracht

ziehen wollten, so würden wir doch auch für diese Wagners Hauptsatz, daß „die Migration der Organismen und deren Koloniebildung die notwendige Bedingung der natürlichen Zuchtwahl seien", bestreiten müssen. Schon August Weismann hat in seiner Schrift „Über den Einfluß der Isolierung auf die Artbildung" jenen Satz hinreichend widerlegt und gezeigt, daß auch in einem und demselben Wohnbezirke eine Spezies sich in mehrere Arten durch natürliche Züchtung spalten kann. Indem ich mich diesen Bemerkungen anschließe, möchte ich aber noch besonders den hohen Wert nochmals hervorheben, den die physiologische Arbeitsteilung und die damit verknüpfte morphologische Formspaltung besitzt, und zwar ebensowohl für die Umbildung des ganzen Organismus als der einzelnen ihn zusammensetzenden Zellen. Sowohl jene Personaldivergenz als diese Zellulardivergenz sind notwendige Folgen der natürlichen Züchtung. Alle die verschiedenen Zellenarten, die den Körper der höheren Organismen zusammensetzen, die Nervenzellen, Muskelzellen, Drüsenzellen usw., alle diese „guten Arten" von Plastiden, diese „bonae species" von Elementarorganismen, sind bloß durch Arbeitsteilung infolge von natürlicher Züchtung entstanden, trotzdem sie nicht nur niemals räumlich isoliert, sondern sogar seit ihrer Entstehung immer im engsten räumlichen Verbande nebeneinander existiert haben. Dasselbe aber, was von diesen Elementarorganismen oder „Individuen erster Ordnung" gilt, das gilt auch von den ganzen Histonen, oder von den vielzelligen Organismen höherer Ordnung, die als „gute Arten" erst später aus ihrer Zusammensetzung entstanden sind.

Gewiß bleibt die Ansicht von Leopold Buch, von Darwin und Wallace richtig, daß die Wanderung der Organismen und ihre Isolierung in der neuen Heimat (oder die Separation) eine sehr günstige und vorteilhafte Bedingung für die Entstehung neuer Arten ist; daß sie aber dafür eine notwendige Be-

dingung sei, und daß ohne dieselbe keine neue Arten entstehen können, wie Wagner behauptet, können wir nicht zugeben. Wenn Wagner diese Ansicht, „daß die Migration die notwendige Bedingung der natürlichen Zuchtwahl sei", als ein besonderes „Migrationsgesetz" aufstellt, so halten wir dasselbe durch die angeführten Tatsachen für widerlegt. Die Separation durch Migration ist nur ein besonderer Fall von Selektion. Die Theorie von der „Entstehung der Arten durch räumliche Sonderung" kann nicht, wie Wagner meint, Darwins Lehre von ihrer Entstehung durch „natürliche Zuchtwahl" verdrängen und ersetzen; denn die erstere bildet einen Bestandteil und eine Folgerung der letzteren. Wir haben überdies schon früher gezeigt, daß eigentlich die Entstehung neuer Arten durch natürliche Züchtung eine mathematische und logische Notwendigkeit ist, welche ohne weiteres aus der einfachen Verbindung von drei großen Tatsachen folgt. Diese drei fundamentalen Tatsachen sind: der Kampf ums Dasein, die Anpassungsfähigkeit und die Vererbungsfähigkeit der Organismen.

Auf die zahlreichen interessanten Erscheinungen, welche die geographische und topographische Verbreitung der Organismenarten im einzelnen darbietet, und welche sich vollständig aus der Theorie der Selektion und Migration erklären, können wir hier nicht eingehen. Näheres darüber enthalten die angeführten Schriften von Darwin, Wallace und Moritz Wagner. Die wichtige Lehre von den Verbreitungsschranken, den Flüssen, Meeren und Gebirgen, ist dort vortrefflich erörtert und durch zahlreiche Beispiele erläutert. Nur drei Erscheinungen mögen wegen ihrer besonderen Bedeutung hier nochmals hervorgehoben werden. Das ist erstens die nahe Formverwandtschaft, die auffallende „Familienähnlichkeit", welche zwischen den charakteristischen Lokalformen jedes Erdteils und ihren ausgestorbenen, fossilen Vorfahren in demselben Erdteil existiert; zweitens die nicht minder auffallende „Familienähnlichkeit"

zwischen den Bewohnern von Inselgruppen und denjenigen des nächst angrenzenden Festlandes, von welchem aus die Inseln bevölkert wurden; überhaupt der ganz eigentümliche Charakter, welchen die Flora und Fauna der Inseln in ihrer Zusammensetzung zeigt; und endlich drittens die „Familienähnlichkeit" zwischen den stammverwandten Gruppen jedes zusammenhängenden Bezirkes, auch wenn dieselben unter den verschiedensten klimatischen und lokalen Bedingungen leben. Diese drei Klassen von Erscheinungen waren es, welche in dem jugendlichen Darwin 1832, bei der Erforschung von Südamerika, zuerst den Gedanken der Deszendenztheorie anregten.

Alle diese chorologischen Tatsachen, namentlich die merkwürdigen Erscheinungen der beschränkten Lokal-Faunen und -Floren, die Verhältnisse der Inselbewohner zu den Festlandbevölkerungen, die weite Verbreitung der sogenannten „kosmopolitischen Spezies", die nahe Verwandtschaft lokaler Spezies der Gegenwart mit den ausgestorbenen Arten desselben beschränkten Gebietes, die nachweisliche Ausstrahlung jeder Art von einem einzigen Schöpfungsmittelpunkte — alle diese und alle übrigen Erscheinungen, welche uns die geographische und topographische Verbreitung der Organismen darbietet, erklären sich einfach und vollständig aus der Selektions- und Migrationstheorie, während sie ohne dieselbe überhaupt nicht zu begreifen sind. Wir erblicken daher in allen diesen Erscheinungsreihen ebensoviel gewichtige Beweise für die Wahrheit der Deszendenztheorie.

Von hoher prinzipieller Bedeutung sind diese chorologischen Tatsachen aber auch für die kritische Philosophie. Denn sie lehren jeden unbefangenen Denker klar und unzweideutig, daß die verwickelten und stetig wechselnden Verhältnisse der Verbreitung nicht das Werk eines vorbedachten Schöpfungsplanes oder einer zweckmäßigen Zielstrebigkeit sind, sondern die notwendige Folge vom Zusammenwirken unzähliger einzelner historischer Ereignisse, die sämt-

lich auf Zufall beruhen; — und zwar „blindem Zufall“ in dem bestimmten Sinne, den ich am Schlusse des 14. Kapitels meiner „Welträtsel“ erörtert habe. Die Chorologie widerlegt demnach die Teleologie der dualistischen Weltanschauung; hingegen liefert sie kräftige Stützen für den Mechanismus der monistischen Philosophie.

FÜNFZEHNTER VORTRAG

Entwicklung des Weltalls und der Erde. Urzeugung. Kohlenstofftheorie. Plastidentheorie.

Durch unsere bisherige Betrachtung haben wir vorzugsweise die Frage zu beantworten versucht, durch welche Ursachen neue Arten von Tieren und Pflanzen aus bestehenden Arten hervorgegangen sind. Wir haben diese Frage dahin beantwortet, daß einerseits die Bastardzeugung, andererseits die natürliche Züchtung im Kampf ums Dasein, die Wechselwirkung der Vererbungs- und Anpassungsgesetze völlig genügend ist, um die unendliche Mannigfaltigkeit der verschiedenen, scheinbar zweckmäßig nach einem Bauplane organisierten Tiere und Pflanzen mechanisch zu erzeugen. Inzwischen wird sich Ihnen schon wiederholt die Frage aufgedrängt haben: Wie entstanden die ersten Organismen oder der eine ursprüngliche Stammorganismus, von welchem wir alle übrigen ableiten?

Diese Frage hat Lamarck durch die Hypothese der Urzeugung oder Archigonie beantwortet. Darwin dagegen geht über dieselbe hinweg, indem er ausdrücklich hervorhebt, daß er „nichts mit dem Ursprung der geistigen Grundkräfte noch mit dem des Lebens selbst zu schaffen habe". Am Schlusse seines Werkes spricht er sich darüber bestimmter in folgenden Worten aus: „Ich nehme an, daß wahrscheinlich alle organischen Wesen, die jemals auf dieser Erde gelebt, von irgendeiner Urform abstammen, welcher das Leben zuerst vom Schöpfer eingehaucht

worden ist". Außerdem beruft sich Darwin zur Beruhigung derjenigen, welche in der Deszendenztheorie den Untergang der ganzen „sittlichen Weltordnung" erblicken, auf einen berühmten Schriftsteller und Geistlichen, welcher ihm geschrieben hatte: „Er habe allmählich einsehen gelernt, daß es eine ebenso erhabene Vorstellung von der Gottheit sei, zu glauben, daß sie nur einige wenige, der Selbstentwicklung in andere und notwendige Formen fähige Urtypen geschaffen, als daß sie immer wieder neue Schöpfungsakte nötig gehabt habe, um die Lücken auszufüllen, welche durch die Wirkung ihrer eigenen Gesetze entstanden seien". Diejenigen, denen der Glaube an eine übernatürliche Schöpfung ein Gemütsbedürfnis ist, können sich bei dieser Vorstellung beruhigen. Sie können jenen Glauben mit der Deszendenztheorie vereinbaren: denn sie müssen in der Erschaffung eines einzigen ursprünglichen Organismus, der die Fähigkeit besaß, alle übrigen durch Vererbung und Anpassung aus sich zu entwickeln, wirklich weit mehr Erfindungskraft und Weisheit des Schöpfers bewundern als in der unabhängigen Erschaffung der verschiedenen Arten.

Wenn wir uns in dieser Weise die Entstehung der ersten irdischen Organismen, von denen alle übrigen abstammen, durch die zweckmäßige und planvolle Tätigkeit eines persönlichen Schöpfers erklären, so verzichten wir damit auf eine wissenschaftliche Erkennung derselben; wir treten damit aus dem Gebiete der wahren Wissenschaft auf das gänzlich getrennte Gebiet der dichtenden Glaubenschaft hinüber. Durch die Annahme eines übernatürlichen Schöpfungsaktes tun wir einen Sprung in das Unbegreifliche. Ehe wir uns zu diesem letzten verzweifelten Schritte entschließen und damit auf eine wissenschaftliche Erkenntnis jenes Vorgangs verzichten, sind wir jedenfalls zu dem Versuche verpflichtet, denselben durch eine mechanische Hypothese zu beleuchten. Wir müssen untersuchen, ob denn wirklich jener Vorgang so wunderbar ist, oder ob wir uns eine haltbare

Vorstellung von einer ganz natürlichen Erstehung jenes ersten Stammorganismus machen können. Auf das Wunder der „Schöpfung" würden wir dann gänzlich verzichten können.

Zu diesem Zwecke müssen wir zunächst etwas weiter ausholen und die natürliche Schöpfungsgeschichte der Erde sowohl als des ganzen Weltalls in ihren allgemeinen Grundzügen betrachten. Bekanntlich leiten wir aus dem Bau der Erde, wie wir ihn gegenwärtig kennen, die wichtige und bis jetzt noch nicht widerlegte Vorstellung ab, daß das Innere unserer Erde sich in einem feurig-flüssigen Zustande befindet; die feste, aus verschiedenen Schichten zusammengesetzte Rinde, auf deren Oberfläche die Organismen leben, bildet nur eine sehr dünne Kruste oder Schale um den feurig-flüssigen Kern. Zu dieser Anschauung sind wir durch verschiedene übereinstimmende Erfahrungen und Schlüsse gelangt. Zunächst spricht dafür die Erfahrung, daß die Temperatur der Erdrinde nach dem Innern hin stetig zunimmt. Je tiefer wir hinabsteigen, desto höher steigt die Wärme des Erdbodens, und zwar in dem Verhältnis, daß auf jede 100 Fuß Tiefe die Temperatur ungefähr um einen Grad zunimmt. In einer Tiefe von sechs Meilen würde demnach bereits eine Hitze von 1500° herrschen, hinreichend, um die meisten festen Stoffe unserer Erdrinde in geschmolzenem, feuerflüssigem Zustande zu erhalten. Diese Tiefe ist aber erst der 286ste Teil des ganzen Erddurchmessers (1717 Meilen). Wir wissen ferner, daß Quellen, die aus beträchtlicher Tiefe hervorkommen, eine sehr hohe Temperatur besitzen und zum Teil selbst das Wasser im kochenden Zustande an die Oberfläche befördern. Sehr wichtige Zeugen sind endlich die vulkanischen Erscheinungen, das Hervorbrechen feuerflüssiger Gesteinsmassen durch einzelne berstende Stellen der Erdrinde hindurch. Die glutflüssigen, soeben dem Erdinnern entstiegenen Lavaströme zeigen eine Temperatur von 2000° und darüber. Alle diese Erscheinungen führen uns mit gro-

ßer Sicherheit zu der wichtigen Annahme, daß die feste Erdrinde, vergleichbar der dünnen Schale eines Apfels, nur einen ganz geringen Bruchteil von dem ganzen Durchmesser der Erdkugel bildet und daß diese sich noch heute größtenteils in geschmolzenem oder feuerflüssigem Zustande befindet.

Wenn wir nun auf Grund dieser Annahme über die einstige Entwicklungsgeschichte des Erdballs nachdenken, so werden wir folgerichtig noch einen Schritt weiter geführt, nämlich zu der Annahme, daß in früherer Zeit die ganze Erde ein feurig-flüssiger Ball und daß die Bildung einer dünnen, erstarrten Rinde auf der Oberfläche dieses Balles erst ein späterer Vorgang war. Erst allmählich, durch Ausstrahlung der inneren Gluthitze in den kalten Weltraum, verdichtete sich die Oberfläche des glühenden Erdballs zu einer dünnen Rindenschicht. Daß die Temperatur der Erde früher allgemein eine viel höhere war, wird durch viele Erscheinungen bezeugt. Unter anderem spricht dafür die gleichmäßige Verteilung der Organismen in früheren Zeiten der Erdgeschichte. Während bekanntlich jetzt den verschiedenen Erdzonen und ihren örtlichen Temperaturen verschiedene Bevölkerungen von Tieren und Pflanzen entsprechen, war dies früher entschieden nicht der Fall. Wir ersehen aus der Verteilung der Versteinerungen in den älteren Zeiträumen, daß erst sehr spät, in einer verhältnismäßig neuen Zeit der organischen Erdgeschichte (im Beginn der sogenannten Tertiärzeit) eine Sonderung der Zonen und dementsprechend auch ihrer organischen Bevölkerung stattfand. Während der ungeheuer langen Primär- und Sekundärzeit lebten tropische Pflanzen, welche einen sehr hohen Temperaturgrad bedürfen, nicht allein in der heutigen heißen Zone unter dem Äquator, sondern auch in der heutigen gemäßigten und kalten Zone. Auch viele andere Erscheinungen haben eine allmähliche Abnahme der Temperatur des Erdkörpers im ganzen, und insbesondere eine erst spät eingetretene Abkühlung der Erdrinde von den Polen her

kennengelehrt. In seinen ausgezeichneten „Untersuchungen über die Entwicklungsgesetze der organischen Welt" hatte Bronn schon 1858 die zahlreichen geologischen und paläontologischen Beweise dafür zusammengestellt.

Auf diese Erscheinungen einerseits und auf die mathematisch-astronomischen Erkenntnisse vom Bau des Weltgebäudes andererseits gründet sich nun die Theorie, daß die ganze Erde vor undenklicher Zeit, lange vor der ersten Entstehung von Organismen auf derselben, ein feuerflüssiger Ball war. Diese Theorie aber steht wiederum in Übereinstimmung mit der großartigen Theorie von der Entstehung des Weltgebäudes und speziell unseres Planetensystems, welche auf Grund von mathematischen und astronomischen Tatsachen 1755 unser kritischer Philosoph Kant aufstellte, und welche später die berühmten Mathematiker Laplace und Herschel ausführlicher begründeten. Diese mechanische Kosmogenie oder Entwicklungstheorie des Weltalls steht noch heute in fast allgemeiner Geltung; sie ist durch keine bessere ersetzt worden, und Mathematiker, Astronomen und Geologen haben dieselbe durch mannigfaltige Beweise immer fester zu stützen versucht.

Die Kosmogenie Kants behauptet, daß das ganze Weltall in unvordenklichen Zeiten ein gasförmiges Chaos bildete. Alle Materien, welche auf der Erde und andern Weltkörpern gegenwärtig in verschiedenen Dichtigkeitszuständen, in festem, fest-flüssigem, tropfbar-flüssigem und elastisch-flüssigem oder gasförmigem Aggregatzustande sich gesondert finden, bildeten ursprünglich zusammen eine einzige gleichartige, den Weltraum gleichmäßig erfüllende Masse, welche infolge eines außerordentlich hohen Temperaturgrades in gasförmigem oder luftförmigem, äußerst dünnem Zustande sich befand. Die Millionen von Weltkörpern, welche gegenwärtig auf die verschiedenen Sonnensysteme verteilt sind, existierten damals noch nicht. Sie entstanden erst infolge einer allgemeinen Drehbewegung oder Rotation, bei wel-

cher sich eine Anzahl von festeren Massengruppen mehr als die übrige gasförmige Masse verdichteten und nun auf letztere als Anziehungsmittelpunkte wirkten. So entstand eine Scheidung des chaotischen Urnebels oder Weltgases in eine Anzahl von rotierenden, mehr und mehr sich verdichtenden Nebelbällen. Auch unser Sonnensystem war ein solcher riesiger gasförmiger Dunstball, dessen Teilchen sich sämtlich um einen gemeinsamen Mittelpunkt, den Sonnenkern, herumdrehten. Der Nebelball selbst nahm durch die Rotationsbewegungen, gleich allen übrigen, eine Sphäroidform oder abgeplattete Kugelgestalt an.

Während die Zentripetalkraft die rotierenden Teilchen immer näher an den festen Mittelpunkt des Nebelballs heranzog und so diesen mehr und mehr verdichtete, war umgekehrt die Zentrifugalkraft bestrebt, die peripherischen Teilchen immer weiter von jenem zu entfernen und sie abzuschleudern. An dem Äquatorialrande der an beiden Polen abgeplatteten Kugel war diese Zentrifugalkraft am stärksten, und sobald sie bei weitgehender Verdichtung das Übergewicht über die Zentripetalkraft erlangte, löste sich hier eine ringförmige Nebelmasse von dem rotierenden Balle ab. Diese Nebelringe zeichneten die Bahnen der zukünftigen Planeten vor. Allmählich verdichtete sich die Nebelmasse des Ringes zu einem Planeten, der sich um seine eigene Achse drehte und zugleich um den Zentralkörper rotierte. In ganz gleicher Weise aber wurden von dem Äquator der Planetenmasse, sobald die Zentrifugalkraft wieder das Übergewicht über die Zentripetalkraft gewann, neue Nebelringe abgeschleudert, welche in gleicher Weise um die Planeten sich bewegten, wie diese um die Sonne. Auch diese Nebelringe verdichteten sich wieder zu rotierenden Bällen. So entstanden die Monde, von denen nur einer um die Erde, aber vier um den Jupiter, sechs um den Uranus sich bewegen. Der Ring des Saturnus stellt uns noch heute einen Mond auf jenem früheren Entwicklungsstadium dar. Indem bei fortschreitender Abkühlung sich diese einfachen Vor-

gänge der Verdichtung und Abschleuderung vielfach wiederholten, entstanden die verschiedenen Sonnensysteme, die Planeten, welche sich rotierend um ihre zentrale Sonne, und die Trabanten oder Monde, welche sich drehend um ihre Planeten bewegen.

Der anfängliche gasförmige Zustand der rotierenden Weltkörper ging allmählich durch fortschreitende Abkühlung und Verdichtung in den feurigflüssigen oder geschmolzenen Aggregatzustand über. Durch den Verdichtungsvorgang selbst wurden große Mengen von Wärme frei, und so gestalteten sich die rotierenden Sonnen, Planeten und Monde bald zu glühenden Feuerbällen, gleich riesigen geschmolzenen Metalltropfen, welche Licht und Wärme ausstrahlten. Durch den damit verbundenen Wärmeverlust verdichtete sich wiederum die geschmolzene Masse an der Oberfläche der feuerflüssigen Bälle, und so entstand eine dünne, feste Rinde, welche einen feurigflüssigen Kern umschloß. In allen diesen Beziehungen wird sich unsere mütterliche Erde nicht wesentlich verschieden von den übrigen Weltkörpern verhalten haben.

Der besondere Zweck dieser Vorträge gestattet uns nicht, die „natürliche Schöpfungsgeschichte des Weltalls" mit seinen verschiedenen Sonnensystemen und Planetensystemen im einzelnen zu verfolgen und durch alle verschiedenen astronomischen und geologischen Beweismittel mathematisch zu begründen. Ich begnüge mich daher mit den eben angeführten Grundzügen derselben und verweise Sie bezüglich des Näheren auf Kants „Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels" sowie auf die trefflichen Werke von Carus Sterne: „Werden und Vergehen" und von Wilhelm Bölsche: „Entwicklungsgeschichte der Natur" (1894). Nur die Bemerkung will ich noch hinzufügen, daß diese bewunderungswürdige Theorie, welche man auch die kosmologische Gastheorie genannt hat, mit allen uns bis jetzt bekannten allgemeinen Erscheinungsreihen in bestem Einklang steht. Ferner ist dieselbe rein mechanisch oder mo-

nistisch; sie nimmt ausschließlich die ureigenen Kräfte der ewigen Materie für sich in Anspruch und schließt jeden übernatürlichen Vorgang, jede zweckmäßige und bewußte Tätigkeit eines persönlichen Schöpfers vollständig aus. Kants kosmologische Gastheorie nimmt daher in der Anorgologie, und insbesondere in der Geologie, eine ähnliche herrschende Stellung ein und krönt in ähnlicher Weise unsere Gesamterkenntnis wie Lamarcks biologische Deszendenztheorie in der ganzen Biologie, und namentlich in der Anthropologie. Beide stützen sich ausschließlich auf mechanische oder bewußtlose Ursachen (Causae efficientes), nirgends auf zwecktätige oder bewußte Ursachen (Causae finales). Beide erfüllen somit alle Anforderungen einer wissenschaftlichen Theorie und werden so lange in Geltung bleiben, bis sie durch bessere ersetzt werden.

Allerdings will ich andererseits nicht verhehlen, daß der großartigen Kosmogenie Kants einige Schwächen anhaften, welche uns nicht gestatten, ihr dasselbe unbedingte Vertrauen zu schenken wie Lamarcks Deszendenztheorie. Große Schwierigkeiten verschiedener Art hat die Vorstellung des uranfänglichen gasförmigen Chaos, das den ganzen Weltraum erfüllte. Eine größere und ungelöste Schwierigkeit liegt darin, daß die kosmologische Gastheorie uns gar keinen Anhaltspunkt liefert für die Erklärung des ersten Anstoßes, der die Rotationsbewegung in dem gaserfüllten Weltraum verursachte. Beim Suchen nach einem solchen Anstoß werden wir unwillkürlich zu der falschen Frage nach dem „ersten Anfang" verführt. Einen ersten Anfang können wir uns aber für die ewigen Bewegungserscheinungen des Weltalls ebensowenig denken als ein schließliches Ende.

Das Weltall ist nach Raum und Zeit unbeschränkt und unermeßlich. Es ist ewig und es ist unendlich. Aber auch für die ununterbrochene und ewige Bewegung, in welcher sich alle Teilchen des Weltalls beständig befinden, können wir uns keinen Anfang

und kein Ende denken. Zu dieser Annahme zwingt uns das allumfassende Substanzgesetz, welches in der Physik als das Gesetz von der Erhaltung der Kraft, in der Chemie als das Gesetz von der Erhaltung des Stoffes, die Grundlage unserer ganzen Naturanschauung bildet. Die Welt, soweit sie dem Erkenntnisvermögen des Menschen zugänglich ist, erscheint als eine zusammenhängende Kette von materiellen Bewegungserscheinungen, mit einem fortwährenden Wechsel der Formen verknüpft. Jede Form, als das zeitweilige Resultat einer Summe von Bewegungserscheinungen, ist als solches vergänglich und von beschränkter Dauer. Aber in dem beständigen Wechsel der Formen bleibt die Materie und die davon untrennbare Energie ewig und unzerstörbar; dies ist die wahre, die universale „Unsterblichkeit". Nach dieser Auffassung ist das ganze Universum ein allumfassendes „Perpetuum mobile", ohne Anfang und ohne Ende, wie ich im XIII. Kapitel meiner „Welträtsel" zu zeigen versucht habe.

Wenn nun auch Kants kosmologische Gastheorie nicht imstande ist, die Entwicklungsgeschichte des ganzen Weltalls in befriedigender Weise über jenen Zustand des gasförmigen Chaos hinaus aufzuklären, und wenn auch außerdem noch mancherlei Bedenken, namentlich von chemischer und geologischer Seite her, sich gegen sie aufwerfen lassen, so müssen wir ihr doch andererseits das große Verdienst lassen, den ganzen Bau des unserer Beobachtung zugänglichen Weltgebäudes, die „Anatomie" der Sonnensysteme und speziell unseres Planetensystems vortrefflich durch ihre Entwicklungsgeschichte zu erklären. Vielleicht war diese Entwicklung in der Tat eine ganz andere; vielleicht entstanden die Planeten, und also auch unsere Erde, durch Aggregation aus zahllosen kleinen, im Weltraum zerstreuten Meteoriten? Eine solche Theorie ist u. a. von Radenhausen, in dem trefflichen Werke „Isis" und „Osiris", eine andere von Wilhelm Meyer in seiner gemeinverständlichen Himmelskunde (Das Weltgebäude 1898) auf-

gestellt worden. Indessen bieten auch diese und ähnliche Kosmogenien große Schwierigkeiten.

Nach diesem allgemeinen Blick auf die monistische Kosmogenie oder die „natürliche Entwicklungsgeschichte des Weltalls" lassen Sie uns zu einem winzigen Bruchteil desselben zurückkehren, zu unserer mütterlichen Erde. Wir hatten dieselbe im Zustande einer feurigflüssigen, an beiden Polen abgeplatteten Kugel verlassen, deren Oberfläche sich durch Abkühlung zu einer ganz dünnen, festen Rinde verdichtet hatte. Die erste Erstarrungskruste wird die ganze Oberfläche des Erdsphäroids als eine zusammenhängende, glatte, dünne Schale gleichmäßig überzogen haben. Bald aber wurde dieselbe uneben und höckerig. Indem nämlich bei fortschreitender Abkühlung der feurigflüssige Kern sich mehr und mehr verdichtete und zusammenzog und so der ganze Erddurchmesser sich verkleinerte, mußte die dünne, starre Rinde, welche der weicheren Kernmasse nicht nachfolgen konnte, über derselben vielfach sich runzeln, Falten bilden und zusammenbrechen. Es würde zwischen beiden ein leerer Raum entstanden sein, wenn nicht der äußere Atmosphärendruck die zerbrechliche Rinde nach innen hineingetrieben hätte. Andere Unebenheiten entstanden wahrscheinlich dadurch, daß an verschiedenen Stellen die abgekühlte Rinde durch den Erstarrungsprozeß selbst sich zusammenzog und Sprünge oder Risse bekam. Der feuerflüssige Kern quoll von neuem durch diese Sprünge hervor und erstarrte abermals. So entstanden schon frühzeitig Erhöhungen und Vertiefungen, die ersten Grundlagen der Festländer und Meeresbecken, der Berge und Täler.

Nachdem die Temperatur des abgekühlten Erdballs bis auf einen gewissen Grad gesunken war, erfolgte ein sehr wichtiger neuer Vorgang, nämlich die erste Entstehung des Wassers. Das Wasser war bisher nur in Dampfform in der den Erdball umgebenden Atmosphäre vorhanden gewesen. Offenbar konnte das Wasser sich erst zu tropfbar-flüssigem Zustande ver-

dichten, nachdem die Temperatur der Atmosphäre unter den Siedepunkt gesunken war. Nun begann die weitere Umbildung der Erdrinde durch die Kraft des Wassers. Indem dasselbe beständig in Form von Regen niederfiel, hierbei die Erhöhungen der Erdrinde abspülte, die Vertiefungen durch den abgespülten Schlamm ausfüllte und diesen schichtenweise ablagerte, bewirkte es die außerordentlich wichtigen neptunischen Umbildungen der Erdrinde. Seitdem dauerte die Sedimentbildung beständig fort und führte zur Entstehung der mächtigen geschichteten Gebirgsmassen, der Sedimentgesteine, auf welche wir im nächsten Vortrage noch einen näheren Blick werfen werden.

Erst nachdem die Erdrinde so weit abgekühlt war, daß das Wasser sich zu tropfbarer Form verdichtet hatte, erst als die bis dahin trockene Erdkruste zum ersten Male von flüssigem Wasser bedeckt wurde, konnte die Entstehung der ersten Lebewesen erfolgen. Denn alle Tiere und alle Pflanzen, alle Organismen überhaupt bestehen zum großen Teile oder zum größten Teile aus tropfbar-flüssigem Wasser, welches mit andern Materien in eigentümlicher Weise sich verbindet und diese in fest-flüssigen Aggregatzustand versetzt. Wir können also aus diesen allgemeinen Grundzügen der anorganischen Erdgeschichte zunächst die wichtige Tatsache folgern, daß zu irgendeiner Zeit das organische Leben auf der Erde seinen Anfang hatte, daß die irdischen Organismen nicht von jeher existierten.

Wie haben wir uns nun diese Entstehung der ersten Organismen zu denken? Hier ist derjenige Punkt, an welchem die meisten Naturforscher noch heutzutage geneigt sind, den Versuch einer natürlichen Erklärung aufzugeben und zu dem Wunder einer unbegreiflichen Schöpfung zu flüchten. Mit diesem Schritte treten sie, wie schon bemerkt, außerhalb des Gebietes der naturwissenschaftlichen Erkenntnis und verzichten auf jede weitere Einsicht in den notwendigen Zusammenhang der Naturgeschichte. Ehe

wir mutlos den letzten Schritt tun, ehe wir an der Möglichkeit jeder Erkenntnis dieses wichtigen Vorganges verzweifeln, wollen wir wenigstens den Versuch machen, denselben zu begreifen. Lassen Sie uns sehen, ob denn wirklich die Entstehung eines ersten Organismus aus anorganischem Stoffe, die Entstehung eines lebendigen Körpers aus sogenannter leblose Materie etwas ganz Undenkbares, außerhalb aller bekannten Erfahrung Stehendes sei? Lassen Sie uns mit einem Worte die Frage von der Urzeugung oder Archigonie untersuchen! Ausführlich und kritisch habe ich dieses schwierige Problem im XV. Kapitel meiner „Lebenswunder" erörtert.

Vor allem ist hierbei erforderlich, sich die hauptsächlichsten Eigenschaften der beiden Hauptgruppen von Naturkörpern, der sogenannten leblosen oder anorganischen und der belebten oder organischen Körper klar zu machen und das Gemeinsame einerseits, das Unterscheidende beider Gruppen andererseits festzustellen. Auf diese Vergleichung der Organismen und Anorgane müssen wir hier um so mehr eingehen, als sie gewöhnlich sehr vernachlässigt wird. und als sie doch zu einem richtigen, einheitlichen Verständnis der Gesamtnatur ganz notwendig ist. Am zweckmäßigsten wird es hierbei sein, die drei Grundeigenschaften jedes Naturkörpers, Stoff, Form und Kraft, gesondert zu betrachten. Beginnen wir zunächst mit dem Stoff.

Durch die Chemie sind wir dahin gelangt, sämtliche uns bekannte Körper in eine geringe Anzahl von Elementen oder Grundstoffen zu zerlegen; solche nicht weiter zerlegbare Körper sind z. B.: Kohlenstoff, Sauerstoff, Stickstoff, Schwefel, ferner die verschiedenen Metalle: Kalium, Natrium, Eisen, Gold usw. Man zählt jetzt über siebzig solcher Elemente oder Grundstoffe. Die Mehrzahl derselben ist ziemlich unwichtig und selten, nur die Minderzahl ist allgemeiner verbreitet und setzt nicht allein die meisten Anorgane, sondern auch sämtliche Organismen zusammen. Vergleichen wir nun diejenigen Elemente,

welche den Körper der Organismen aufbauen, mit denjenigen, welche in den Anorganen sich finden, so haben wir zunächst die höchstwichtige Tatsache hervorzuheben, daß im Tier- und Pflanzenkörper kein Grundstoff vorkommt, der nicht auch außerhalb desselben in der leblosen Natur zu finden wäre. Es gibt keine besonderen organischen Elemente, keine lebenbildenden Grundstoffe.

Beiläufig bemerkt, es ist höchst wahrscheinlich, daß alle diese sogenannten „Elemente" nur verschiedene Verbindungsformen von gleichartigen Atomen einer einfachen Ursubstanz sind, der Masse. Die Unterschiede unserer heutigen „Elemente" beruhen wahrscheinlich nur darauf, daß diese Massenatome in verschiedener Zahl und Anordnung zusammengesetzt sind; und diese Atomgruppen oder Molekeln besitzen verschiedene Beziehungen zu dem universalen Äther, welcher den Weltraum erfüllt. Die gruppenweise Verwandtschaft der Elemente legt uns diese Vermutung sehr nahe, wenn auch unsere unvollkommene Chemie bisher nicht imstande gewesen ist, dieselbe experimentell zu begründen.

Die chemischen und physikalischen Unterschiede, welche zwischen den Organismen und den Anorganen existieren, haben also ihren materiellen Grund nicht in einer verschiedenen Natur der sie zusammensetzenden Grundstoffe, sondern in der verschiedenen Art und Weise, in welcher die letzteren zu chemischen Verbindungen zusammengesetzt sind. Diese verschiedene Verbindungsweise bedingt zunächst gewisse physikalische Eigentümlichkeiten, insbesondere in der Dichtigkeit der Materie, welche auf den ersten Blick eine tiefe Kluft zwischen beiden Körpergruppen zu begründen scheinen. Die geformten anorganischen oder leblosen Naturkörper, die Kristalle und die amorphen Gesteine, befinden sich in einem Dichtigkeitszustande, den wir den festen nennen und den wir dem tropfbar-flüssigen Dichtigkeitszustande der Luft entgegensetzen. Es ist Ihnen bekannt, daß diese drei verschiedenen Dichtigkeitsgrade oder Ag-

gregatzustände der Anorgane durchaus nicht den verschiedenen Elementen eigentümlich, sondern die Folgen eines bestimmten Temperaturgrades sind. Jeder anorganische feste Körper, z. B. Blei, kann durch Erhöhung der Temperatur zunächst in den tropfbar-flüssigen oder geschmolzenen und durch weitere Erhitzung in den gasförmigen oder elastisch-flüssigen Zustand versetzt werden. Ebenso kann jeder gasförmige Körper, z. B. Kohlensäure, durch gehörige Erniedrigung der Temperatur und durch hohen Druck zunächst in den tropfbar-flüssigen und weiterhin in den festen Dichtigkeitszustand übergeführt werden.

Im Gegensatz zu diesen drei Dichtigkeitszuständen der Anorgane befindet sich der lebendige Körper aller Organismen, Tiere sowohl als Pflanzen, in einem ganz eigentümlichen, vierten Aggregatzustande. Dieser ist weder fest wie Gestein noch tropfbar-flüssig wie Wasser, vielmehr hält er zwischen diesen beiden Zuständen die Mitte und kann daher als der fest-flüssige oder gequollene Aggregatzustand bezeichnet werden. In allen lebenden Körpern ohne Ausnahme ist eine gewisse Menge Wasser mit fester Materie in ganz eigentümlicher Art und Weise verbunden, und eben durch diese charakteristische Verbindung des Wassers mit der organischen Materie entsteht jener weiche, weder feste noch flüssige Aggregatzustand, welcher für das Zustandekommen und die mechanische Erklärung der Lebenserscheinungen von der größten Bedeutung ist. Die Ursache desselben liegt wesentlich in den physikalischen und chemischen Eigenschaften eines einzigen Grundstoffs, des wunderbaren Kohlenstoffs.

Von allen Elementen ist der Kohlenstoff für uns bei weitem das Wichtigste und Interessanteste, weil bei allen uns bekannten Tier- und Pflanzenkörpern dieser Grundstoff die größte Rolle spielt. Er ist dasjenige Element, welches durch seine eigentümliche Neigung zur Bildung verwickelter Verbindungen mit den andern Elementen die größte Mannigfaltigkeit

in der chemischen Zusammensetzung und daher auch in den Formen und Lebenseigenschaften der Tier- und Pflanzenkörper hervorruft. Der Kohlenstoff zeichnet sich ganz besonders dadurch aus, daß er sich mit den andern Elementen in unendlich mannigfaltigen Zahlen- und Gewichtsverhältnissen verbinden kann. Zunächst entstehen durch Verbindung des Kohlenstoffes mit drei andern Elementen, dem Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff (zu denen sich meist auch noch Schwefel und häufig Phosphor gesellt), jene äußerst wichtigen Verbindungen, welche wir als das erste und unentbehrlichste Substrat aller Lebenserscheinungen kennengelernt haben, die eiweißartigen Verbindungen oder Albuminkörper (Proteinstoffe). Unter diesen sind wieder die wichtigsten die Plasmakörper oder „Plasmaverbindungen" (Karyoplasma und Cytoplasma). Schon früher haben wir in den Moneren Organismen der allereinfachsten Art kennengelernt, deren ganzer Körper in vollkommen ausgebildetem Zustande aus weiter nichts besteht als aus einem fest-flüssigen eiweißartigen Plasmakörnchen; gerade diese einfachsten Organismen (Chromaceen, Bakterien, Protamoeben) sind für die Lehre von der ersten Entstehung des Lebens von der allergrößten Bedeutung. Aber auch die meisten übrigen Organismen sind zu einer gewissen Zeit ihrer Existenz, wenigstens in der ersten Zeit ihres Lebens, als Eizellen oder Keimzellen, im wesentlichen weiter nichts als einfache, meist kugelige Klümpchen eines solchen eiweißartigen Bildungsstoffes, des Zellschleimes oder Protoplasma. Sie sind dann von den Moneren nur dadurch verschieden, daß im Innern des Albuminkörnchens sich das festere Karyoplasma oder die Substanz des Zellkerns (Nucleus) von dem umgebenden weicheren Zellenleib (Cytoplasma) gesondert hat. Wie wir schon früher zeigten, sind Zellen von ganz einfacher Beschaffenheit die Staatsbürger, welche durch ihr Zusammenwirken und ihre Sonderung den Körper auch der vollkommensten Organismen, einen republikanischen Zellenstaat, aufbauen.

Die entwickelten Formen und Lebenserscheinungen des letzteren werden lediglich durch die gemeinsame Tätigkeit jener eiweißartigen Plastiden zustande gebracht, der wahren selbsttätigen „Bildnerinnen" des Lebens.

Es darf als einer der größten Triumphe der neueren Biologie, insbesondere der Gewebelehre, angesehen werden, daß wir jetzt imstande sind, das Wunder der Lebenserscheinungen auf diese Stoffe zurückzuführen, daß wir die unendlich mannigfaltigen und verwickelten, physikalischen und chemischen Eigenschaften der eiweißartigen Plasmakörper als die eigentliche Ursache der organischen oder Lebenserscheinungen nachgewiesen haben. Alle verschiedenen Formen der Organismen sind zunächst und unmittelbar das Resultat der Zusammensetzung aus verschiedenen Formen von Zellen. Die unendlich mannigfaltigen Verschiedenheiten in der Form, Größe und Zusammenwirkung der Zellen sind aber erst allmählich durch die Arbeitsteilung und die Formspaltung der Plastidule oder Micelle entstanden; durch die Molekularselektion jener einfachen gleichartigen Plasmakörnchen, welche ursprünglich allein den Leib der Plastiden bildeten. Daraus folgt mit Notwendigkeit, daß auch die Grunderscheinungen des organischen Lebens, Ernährung und Fortpflanzung, ebenso in ihren höchst zusammengesetzten wie in ihren einfachsten Äußerungen auf die materielle Zusammensetzung des Plasma zurückzuführen sind.

So hat denn gegenwärtig die allgemeine Erklärung des organischen Lebens für uns im Prinzip nicht mehr Schwierigkeit als die Erklärung der physikalischen Eigenschaften der anorganischen Körper. Alle Lebenserscheinungen und Gestaltungsprozesse der Organismen sind ebenso unmittelbar durch die chemische Zusammensetzung und die physikalischen Kräfte der organischen Materie bedingt wie die Lebenserscheinungen der anorganischen Kristalle, d. h. die Vorgänge ihres Wachstums und ihrer spezifischen Formbildung, die unmittelbaren Folgen ihrer chemischen Zusammensetzung und ihres physikalischen

Zustandes sind. Die letzten Ursachen bleiben uns freilich in beiden Fällen gleich verborgen. Wenn Gold und Kupfer im tesseralen, Wismut und Antimon im hexagonalen, Jod und Schwefel im rhombischen Kristallsystem kristallisieren, so ist uns dies im Grunde nicht mehr und nicht weniger rätselhaft als jeder elementare Vorgang der organischen Formbildung, jede Selbstgestaltung der organischen Zelle. Auch in dieser Beziehung können wir gegenwärtig den fundamentalen Unterschied zwischen organischen und anorganischen Körpern nicht mehr festhalten, von welchem man früher allgemein überzeugt war.

Betrachten wir zweitens die Übereinstimmung und Unterschiede, welche die Formbildung der organischen und anorganischen Naturkörper uns darbietet. Als Hauptunterschied in dieser Beziehung sah man früher die einfache Struktur der letzteren, den zusammengesetzten Bau der ersteren an. Der Körper aller Organismen sollte aus ungleichartigen oder heterogenen Teilen zusammengesetzt sein, aus Werkzeugen oder Organen, welche zum Zweck des Lebens zusammenwirken. Dagegen sollten auch die vollkommensten Anorgane, die Kristalle, durch und durch aus gleichartiger und homogener Materie bestehen. Dieser Unterschied erscheint im Prinzip allerdings sehr wesentlich. Allein er hat die Bedeutung verloren, seit wir im Jahre 1866 die höchst merkwürdigen und wichtigen Moneren kennen gelernt haben. Der ganze lebendige Körper dieser einfachsten Organismen ist nur ein festflüssiges, formloses und strukturloses Plasmaklümpchen; vergleichbar einem Kristall, der aus einer einzigen anorganischen Verbindung, z. B. einem Metallsalze, oder einer sehr zusammengesetzten Kieselerdeverbindung besteht. Freilich nehmen wir an, daß auch im homogenen Plasma des einfachsten Moneres eine sehr verwickelte Molekularstruktur besteht; allein diese ist weder anatomisch noch mikroskopisch nachweisbar; außerdem muß eine solche auch bei den Kristallen vorausgesetzt werden.

Ebenso wie in der inneren Struktur oder Zusammensetzung hat man auch in der äußeren Form durchgreifende Unterschiede zwischen den Organismen und Anorganen finden wollen, insbesondere in der mathematisch bestimmbaren Kristallform der letzteren. Allerdings ist die Kristallisation vorzugsweise eine Eigenschaft der sogenannten Anorgane. Die Kristalle werden begrenzt von ebenen Flächen, welche in geraden Linien und unter bestimmten meßbaren Winkeln zusammenstoßen. Die Tier- und Pflanzenform dagegen scheint auf den ersten Blick keine derartige geometrische Bestimmung zuzulassen. Sie ist meistens von gebogenen Flächen und krummen Linien begrenzt, welche unter veränderlichen Winkeln zusammenstoßen. Allein wir haben in neuerer Zeit in den Radiolarien und in vielen anderen Protisten eine große Anzahl von niederen Organismen kennen gelernt, bei denen der Körper in gleicher Weise, wie bei den Kristallen, auf eine mathematisch bestimmbare Grundform sich zurückführen läßt; auch hier ist die Gestalt im ganzen wie im einzelnen durch geometrisch bestimmbare Flächen, Kanten und Winkel begrenzt. In meiner allgemeinen Grundformenlehre oder Promorphologie habe ich hierfür die ausführlichen Beweise geliefert, und zugleich ein allgemeines Formensystem aufgestellt, auf dessen ideale stereometrische Grundformen ebensogut die realen Formen der anorganischen Kristalle wie der organischen Individuen sich zurückführen lassen (Generelle Morphologie I, 375—574). Außerdem gibt es übrigens auch vollkommen amorphe Organismen, wie die Moneren, Amöben usw., welche jeden Augenblick ihre Gestalt wechseln, und bei denen man ebensowenig eine bestimmte Grundform nachweisen kann, als es bei den formlosen oder amorphen Anorganen, bei den nichtkristallisierten Gesteinen, Niederschlägen usw. der Fall ist. Wir sind also nicht imstande, irgendeinen prinzipiellen Unterschied in der äußeren Form oder in der inneren Struktur der Anorgane und Organismen aufzufinden.

Wenden wir uns drittens an die Kräfte oder an die Bewegungserscheinungen dieser beiden verschiedenen Körpergruppen. Hier stoßen wir auf die größten Schwierigkeiten. Die Lebenserscheinungen, wie sie die meisten Menschen nur von hoch ausgebildeten Organismen, von vollkommeneren Tieren und Pflanzen kennen, erscheinen so rätselhaft, so wunderbar, so eigentümlich, daß die meisten der bestimmten Ansicht sind, in der anorganischen Natur komme gar nichts Ähnliches oder nur entfernt damit Vergleichbares vor. Man nennt ja eben deshalb die Organismen belebte und die Anorgane leblose Naturkörper. Daher erhielt sich bis in unser Jahrhundert hinein, selbst in der Wissenschaft, die sich mit der Erforschung der Lebenserscheinungen beschäftigt, in der Physiologie, die irrtümliche Ansicht, daß die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Materie nicht zur Erklärung der Lebenserscheinungen ausreichten. Heutzutage darf diese Ansicht durch die Fortschritte der Biologie als völlig über wunden angesehen werden. In der exakten Physiologie wenigstens hat sie nirgends mehr eine Stätte. Es fällt heutzutage keinem Physiologen mehr ein, irgendwelche Lebenserscheinungen als das Resultat einer wunderbaren Lebenskraft aufzufassen, einer besonderen zweckmäßig tätigen Kraft, welche außerhalb der Materie steht, und welche die physikalisch-chemischen Kräfte derselben gewissermaßen nur zeitweilig in ihren Dienst nimmt. Die heutige Physiologie ist zu der streng monistischen Überzeugung gelangt, daß sämtliche Lebenstätigkeiten, und vor allen die beiden Grunderscheinungen der Ernährung und Fortpflanzung, rein physikalisch-chemische Vorgänge sind, ebenso unmittelbar von der materiellen Beschaffenheit des Organismus abhängig, wie alle physikalischen und chemischen Eigenschaften eines jeden Kristalles lediglich durch seine materielle Zusammensetzung bedingt werden. Da nun derjenige Grundstoff, welcher die eigentümliche materielle Zusammensetzung der Organismen bedingt, der Kohlen-

stoff ist, so müssen wir alle Lebenserscheinungen, und vor allen die beiden Grundfunktionen der Ernährung und Fortpflanzung, in letzter Linie auf die Eigenschaften des Kohlenstoffs zurückzuführen. Lediglich die eigentümlichen, chemisch-physikalischen Eigenschaften des Kohlenstoffs, und namentlich der festflüssige Aggregatzustand und die leichte Zersetzbarkeit der höchst zusammengesetzten eiweißartigen Kohlenstoffverbindungen, sind die mechanischen Ursachen jener eigentümlichen Bewegungserscheinungen, durch welche sich die Organismen von den Anorganen unterscheiden, und die man im engeren Sinne das „Leben" nennt.

Um diese „Kohlenstofftheorie", welche ich im zweiten Buche meiner Generellen Morphologie ausführlich begründet habe, richtig zu würdigen, ist es vor allem nötig, diejenigen Bewegungserscheinungen scharf ins Auge zu fassen, welche beiden Gruppen von Naturkörpern gemeinsam sind. Unter diesen steht obenan das Wachstum. Wenn Sie irgend eine anorganische Salzlösung langsam verdampfen lassen, so bilden sich darin Salzkristalle, welche bei weiter gehender Verdunstung des Wassers langsam an Größe zunehmen. Dieses Wachstum erfolgt dadurch, daß immer neue Teilchen aus dem flüssigen Aggregatzustande in den festen übergehen und sich an den bereits gebildeten festen Krystallkern nach bestimmten Gesetzen anlagern. Durch solche Anlagerung oder Apposition der Teilchen entstehen die mathematisch bestimmten Kristallformen. Ebenso durch Aufnahme neuer Teilchen geschieht auch das Wachstum der Organismen. Der Unterschied ist nur der, daß beim Wachstum der Organismen infolge ihres festflüssigen Aggregatzustandes die neu aufgenommenen Teilchen ins Innere des Organismus vorrücken (Intussuszeption), während die Anorgane nur durch Apposition, durch Ansatz neuer, gleichartiger Materie von außen her zunehmen. Indes ist dieser wichtige Unterschied des Wachstums, ebenso wie der Struktur und Bewegung, verwischt durch die merkwürdigen „flüssigen

Kristalle", die Otto Lehmann neuerdings (1904) entdeckt hat.

Ich kann hier leider nicht näher die mancherlei höchst interessanten Parallelen und Ähnlichkeiten verfolgen, welche sich zwischen der Bildung der vollkommensten Anorgane, der Kristalle und der Bildung der einfachsten Organismen, der Moneren und der nächst verwandten Protistenformen, vorfinden. Ich muß Sie in dieser Beziehung auf die eingehende Vergleichung der Organismen und der Anorgane verweisen, welche ich im fünften Kapitel meiner Generellen Morphologie durchgeführt habe. Dort habe ich ausführlich bewiesen, daß durchgreifende Unterschiede zwischen den organischen und anorganischen Naturkörpern weder in bezug auf Form und Struktur, noch in bezug auf Stoff und Kraft existieren. Die wirklich vorhandenen Unterschiede hängen von der eigentümlichen Natur des Kohlenstoffs ab; aber keine unübersteigliche Kluft trennt die organische Welt vollständig von der anorganischen Natur.

Besonders einleuchtend erkennen Sie diese höchst wichtige Tatsache, wenn Sie die Entstehung der Formen bei den Kristallen und bei den einfachsten organischen Individuen vergleichend untersuchen. Auch bei der Bildung der Kristallindividuen treten zweierlei verschiedene, einander entgegenwirkende Bildungskräfte in Wirksamkeit. Die innere Gestaltungskraft oder der innere „Bildungstrieb", welcher der Erblichkeit der Organismen entspricht, ist bei dem Krystalle der unmittelbare Ausfluß seiner materiellen Konstitution oder seiner chemischen Zusammensetzung. Die Form des Kristalles, soweit sie durch diesen inneren, ureigenen Bildungstrieb bestimmt wird, ist das Resultat der spezifisch bestimmten Art und Weise, in welcher sich die kleinsten Teilchen der kristallisierenden Materie nach verschiedenen Richtungen hin gesetzmäßig aneinander lagern. Jener selbständigen inneren Bildungskraft, welche der Materie selbst unmittelbar anhaftet, wirkt

eine zweite formbildende Kraft geradezu entgegen. Diese äußere Gestaltungskraft oder den äußeren „Bildungstrieb" können wir bei den Kristallen ebensogut wie bei den Organismen als Anpassung bezeichnen. Jedes Kristallindividuum muß sich während seiner Entstehung ganz ebenso wie jedes organische Individuum den umgebenden Einflüssen und Existenzbedingungen der Außenwelt unterwerfen und anpassen. In der Tat ist die Form und Größe eines jeden Kristalles abhängig von seiner gesamten Umgebung, z. B. von dem Gefäß, in welchem die Kristallisation stattfindet, von der Temperatur und von dem Luftdruck, unter welchem der Kristall sich bildet, von der Anwesenheit oder Abwesenheit ungleichartiger Körper usw. Die Form jedes einzelnen Kristalles ist daher ebenso wie die Form jedes einzelnen Organismus das Resultat der Gegenwirkung zweier einander gegenüber stehender Faktoren, der inneren Bildungskraft, welche durch die chemische Konstitution der eigenen Materie gegeben ist, und der äußeren Bildungskraft, welche durch die Einwirkung der umgebenden Materie bedingt ist. Beide in Wechselwirkung stehende Gestaltungskräfte sind im Organismus ebenso wie im Kristall rein mechanischer Natur. Wenn man das Wachstum und die Gestaltung der Organismen als einen „Lebensprozeß" bezeichnet, so kann man dasselbe ebensogut von dem sich bildenden Kristall behaupten. Die teleologische Naturbetrachtung, welche in den organischen Formen zweckmäßig eingerichtete Schöpfungsmaschinen erblickt, muß folgerichtigerweise dieselben auch in den Kristallformen anerkennen. Die Unterschiede, welche zwischen den einfachsten organischen Individuen und den Kristallen durch den festen Aggregatzustand der letzteren, durch den festflüssigen Zustand der ersteren bedingt erschienen, sind aufgehoben durch die wichtigen Entdeckungen, welche Professor Otto Lehmann (Karlsruhe) 1904 an fließenden organischen Kristallen gemacht hat; sie bewegen sich und teilen sich gleich gewissen Moneren. Wachs-

tum, Bewegung, Anpassung und „Wechselbeziehung oder Korrelation der Teile“ sind bei diesen „scheinbar lebenden“ Kristallen mit den entsprechenden Erscheinungen bei der Entstehung der einfachsten organischen Individuen (Moneren) direkt zu vergleichen.

Wenn Sie diese „Einheit der organischen und anorganischen Natur“, diese wesentliche Übereinstimmung der Organismen und Anorgane in Stoff, Form und Kraft, sich lebhaft vor Augen halten, wenn Sie sich erinnern, daß wir nicht imstande sind, irgendwelche fundamentalen Unterschiede zwischen diesen beiden Körpergruppen festzustellen (wie sie früherhin allgemein angenommen wurden), so verliert die Frage von der Urzeugung sehr viel von der Schwierigkeit, welche sie auf den ersten Blick zu haben scheint. Die Entstehung des ersten Organismus aus anorganischer Materie erscheint uns dann viel leichter denkbar und viel verständlicher, als es bisher der Fall war; denn jene künstliche absolute Scheidewand zwischen organischer und anorganischer Natur, zwischen belebten und leblosen Naturkörpern ist jetzt beseitigt.

Bei der Frage von der Urzeugung oder Archigonie, die wir jetzt bestimmter beantworten können, erinnern Sie sich zunächst daran, daß wir unter diesem Begriff ganz allgemein die elternlose Zeugung eines organischen Individuums verstehen, die spontane Entstehung eines einfachsten Organismus, unabhängig von einem elterlichen oder zeugenden Organismus. In diesem Sinne haben wir früher die Urzeugung (Archigonia) der Elternzeugung oder Fortpflanzung (Tocogonia) entgegengesetzt. Bei dieser letzteren entsteht das organische Individuum dadurch, daß ein größerer oder geringerer Teil von einem bestehenden Organismus sich ablöst und selbständig weiter wächst. Die elternlose Urzeugung wird auch oft als freiwillige oder ursprüngliche Zeugung bezeichnet (Generatio spontanea, aequivoca, primaria etc.).

Der Begriff der Archigonie oder der „Urzeugung“

im streng wissenschaftlichen Sinne umfaßt zwei wesentlich verschiedene Vorgänge, nämlich die Autogonie und die Plasmogonie. Unter Autogonie verstehen wir die Entstehung eines einfachsten Plasmakörpers in einer anorganischen Bildungsflüssigkeit, d. h. in einer Flüssigkeit, welche die zur Zusammensetzung des Organismus erforderlichen Grundstoffe in einfachen und beständigen Verbindungen gelöst enthält (z. B. Kohlensäure, Ammoniak, binäre Salze usw.). Plasmogonie dagegen nennen wir die Urzeugung dann, wenn das organische Individuum in einer organischen Bildungsflüssigkeit entsteht, d. h. in einer Flüssigkeit, welche jene erforderlichen Grundstoffe in Form von verwickelten und lockeren Kohlenstoffverbindungen bereits gelöst enthält (Eiweiß, Fett, Kohlenhydrate usw.).

Der Vorgang der Autogonie sowohl als der Plasmogonie ist bis jetzt noch nicht direkt beobachtet. In älterer und neuerer Zeit hat man über die Möglichkeit oder Wirklichkeit der Urzeugung sehr zahlreiche und zum Teil auch interessante Versuche angestellt. Allein diese Experimente (auch diejenigen von Pasteur) beziehen sich fast immer nicht auf die Autogonie, sondern auf die Plasmogonie, auf die Entstehung eines Organismus aus bereits gebildeter organischer Materie. Offenbar hat aber für unsere Schöpfungsgeschichte dieser letztere Vorgang nur ein sekundäres Interesse. Es kommt für uns vielmehr zunächst darauf an, die Frage zu lösen: „Gibt es eine Autogonie? Ist es möglich, daß ein Plasmakörper nicht aus vorgebildeter organischer, sondern aus rein anorganischer Materie entsteht?" Daher können wir hier auch ruhig alle jene zahlreichen Experimente, welche sich nur auf die Plasmogonie beziehen, und in den letzten Jahrzehnten mit besonderem Eifer betrieben worden sind, beiseite lassen, zumal sie ein negatives Resultat hatten. Angenommen auch, es würde dadurch die Wirklichkeit der Plasmogonie streng bewiesen, so wäre damit noch nicht die Autogonie erklärt.

Die Versuche über Autogonie haben bis jetzt ebenfalls kein positives Resultat geliefert. Jedoch müssen wir uns von vornherein auf das bestimmteste dagegen verwahren, daß durch diese Experimente die Unmöglichkeit der Urzeugung überhaupt nachgewiesen sei. Die allermeisten Naturforscher, welche bestrebt waren, die Frage experimentell zu entscheiden, und welche bei Anwendung aller möglichen Vorsichtsmaßregeln unter ganz bestimmten Verhältnissen keine Organismen entstehen sahen, stellten auf Grund dieser negativen Resultate sofort die Behauptung auf: „Es ist überhaupt unmöglich, daß Organismen von selbst, ohne elterliche Zeugung, entstehen." Diese leichtfertige und unüberlegte Behauptung stützten sich einfach und allein auf das negative Resultat ihrer Experimente, welche doch weiter nichts beweisen konnten, als daß unter diesen oder jenen höchst künstlichen Verhältnissen, wie sie durch die Experimentatoren geschaffen wurden, kein Organismus sich bildete. Man kann auf keinen Fall aus dem negativen Erfolge jener Versuche, welche meistens unter den unnatürlichsten Bedingungen in höchst künstlicher Weise angestellt wurden, den Schluß ziehen, daß die Urzeugung überhaupt unmöglich sei.

Die Unmöglichkeit der Urzeugung kann überhaupt niemals bewiesen werden. Denn wie können wir wissen, daß in jener ältesten unvordenklichen Urzeit nicht ganz andere Bedingungen, als gegenwärtig, existierten, und daß diese eine Autogonie ermöglichten? Ja, wir können sogar mit voller Sicherheit positiv behaupten, daß die allgemeinen Lebensbedingungen der Primordialzeit gänzlich von denen der Gegenwart verschieden gewesen sein müssen. Denken Sie allein an die Tatsache, daß die ungeheuren Massen von Kohlenstoff, welche wir gegenwärtig in den primären Steinkohlengebieten abgelagert finden, erst durch die Tätigkeit des Pflanzenlebens in feste Form gebracht wurden; sie sind die mächtig zusammengepreßten und verdichteten Über-

reste von zahllosen Pflanzenleichen, die sich im Laufe von Jahrmillionen anhäuften. Allein zu jener Zeit, als auf der abgekühlten Erdrinde, nach der Entstehung des tropfbarflüssigen Wassers, zum erstenmal Organismen durch Urzeugung sich bildeten, waren jene unermeßlichen Kohlenstoffmengen in ganz anderer Form vorhanden, wahrscheinlich größtenteils in Form von Kohlensäure in der Atmosphäre verteilt. Die ganze Zusammensetzung der Atmosphäre war also außerordentlich von der jetzigen verschieden. Ferner waren, wie sich aus chemischen, physikalischen und geologischen Gründen schließen läßt, der Dichtigkeitszustand und die elektrischen Verhältnisse der Atmosphäre ganz andere. Ebenso war auch jedenfalls die chemische und physikalische Beschaffenheit des laurentischen Urmeeres, welches damals als eine ununterbrochene Wasserhülle die ganze Erdoberfläche im Zusammenhang bedeckte, sehr eigentümlich. Temperatur, Dichtigkeit, Salzgehalt usw. müssen sehr von denen der jetzigen Meere verschieden gewesen sein. Also bleibt für uns auf jeden Fall, wenn wir auch sonst nichts weiter davon wissen, die Annahme gestattet, daß zu jener Zeit unter ganz anderen Bedingungen eine Urzeugung möglich gewesen sei, die heutzutage vielleicht nicht mehr möglich ist.

Nun kommt aber dazu, daß durch die neueren Fortschritte der Chemie und Physiologie das Rätselhafte und Wunderbare, das zunächst der viel bestrittene und doch notwendige Vorgang der Urzeugung an sich zu haben scheint, größtenteils oder eigentlich ganz zerstört worden ist. Es ist kaum achtzig Jahre her, daß sämtliche Chemiker behaupteten, wir seien nicht imstande, irgendeine zusammengesetzte Kohlenstoffverbindung oder eine sogenannte „organische Verbindung" künstlich in unseren Laboratorien herzustellen. Nur die mystische „Lebenskraft" sollte diese Verbindungen zustande bringen können. Als daher 1828 Wöhler in Göttingen zum erstenmal dieses Dogma tatsächlich widerlegte und

auf künstlichem Wege aus rein anorganischen Körpern (Cyan- und Ammoniakverbindungen) den rein „organischen" Harnstoff darstellte, war man im höchsten Grade erstaunt und überrascht. In der neueren Zeit ist es nun durch die Fortschritte der synthetischen Chemie gelungen, derartige „organische" Kohlenstoffverbindungen künstlich in großer Mannigfaltigkeit in unseren Laboratorien aus anorganischen Substanzen herzustellen, z. B. Alkohol, Essigsäure, Ameisensäure usw. Selbst viele höchst verwickelte Kohlenstoffverbindungen werden jetzt künstlich zusammengesetzt, so daß alle Aussicht vorhanden ist, auch die am meisten zusammengesetzten und zugleich die wichtigsten von allen Eiweißverbindungen, die Plasmakörper, früher oder später künstlich in unseren chemischen Werkstätten zu erzeugen. Dadurch ist aber die tiefe Kluft zwischen organischen und anorganischen Körpern, die man früher allgemein festhielt, größtenteils oder eigentlich ganz beseitigt, und für die Vorstellung der Urzeugung der Weg gebahnt.

Von noch größerer, ja von der allergrößten Wichtigkeit für die Hypothese der Urzeugung sind endlich die höchst merkwürdigen Moneren, jene schon vorher mehrfach erwähnten Lebewesen, welche nicht nur die einfachsten beobachteten, sondern auch überhaupt die denkbar einfachsten von allen Organismen sind. Schon früher, als wir die einfachsten Erscheinungen der Fortpflanzung und Vererbung untersuchten, habe ich Ihnen diese wunderbaren „Organismen ohne Organe" beschrieben. Wir kennen jetzt zwei verschiedene Gruppen solcher kernloser Plastiden; die einen (Phytomoneren) werden dem Pflanzenreiche, die anderen (Zoomoneren) dem Tierreiche angeschlossen. Als Phytomoneren oder einfachste „Urpflänzchen" betrachten wir die Chromaceen oder Phycochromaceen (Chroococcus, Gloeocapsa u. a.), kleine spangrüne Plasmakugeln, welche in Gallertmassen vereinigt leben und sich durch Teilung vermehren. Nahe verwandt sind die Oscillarien und No-

stocaceen, bei denen viele solche Plasmakörner sich reihenweise aneinander legen und Ketten bilden. Diese primitiven Chromaceen unterscheiden sich von den Probionten, den ältesten Organismen, deren Entstehung durch Urzeugung wir hypothetisch annehmen müssen, eigentlich nur durch den Besitz einer dünnen, von der Plasmakugel ausgeschiedenen Schutzhülle.

Diese ältesten Organismen unsers Erdballs verhielten sich hinsichtlich ihres Stoffwechsels als echte Pflanzen; sie waren „Plasmodomen" oder Plasmabauer und besaßen das Vermögen der Karbonassimilation; sie konnten aus Wasser, Kohlensäure und Ammoniak (oder Salpetersäure) durch Synthese Eiweiß bilden. Dieses Vermögen ging verloren bei einem Teile ihrer Nachkommen, bei den Zoomoneren oder Archezoen, den ältesten „Urtierchen". Dahin gehören die allbekannten Bakterien und die oben beschriebenen „kernlosen Rhizopoden": Protomyxa, Protamoeba, Biomyxa usw. Diese sind „Plasmophagen" oder Plasmafresser und müssen ihre Nahrung aus bereits gebildeten Eiweißkörpern beziehen.

In vollkommen ausgebildetem und frei beweglichem Zustande stellen diese Moneren weiter nichts dar als ein strukturloses Körnchen oder Klümpchen einer eiweißartigen Kohlenstoffverbindung. Nur durch die Art der Fortpflanzung und Nahrungsaufnahme sind die einzelnen Gattungen und Arten ein wenig verschieden. Durch die Entdeckung dieser Organismen, die von der allergrößten Bedeutung ist, verliert die Annahme der Urzeugung den größten Teil ihrer Schwierigkeiten. Denn da denselben noch jede Organisation, jeder Unterschied ungleichartiger Teile fehlt, da alle Lebenserscheinungen von einer und derselben gleichartigen und formlosen Materie vollzogen werden, so können wir uns ihre Entstehung durch Urzeugung sehr wohl denken. Geschieht dieselbe durch Plasmogonie, ist bereits lebensfähiges Plasma vorhanden, so braucht dasselbe bloß sich zu individualisieren, in gleicher Weise, wie bei der Kri-

stallbildung sich die Mutterlauge der Kristalle individualisiert. Geschieht dagegen die Urzeugung der Moneren durch wahre Autogonie, so ist dazu noch erforderlich, daß vorher jenes lebensfähige Plasson, jener Urschleim, aus einfacheren Kohlenstoffverbindungen sich bildet. Die einzelnen Stufen dieses chemischen Prozesses hat Naegeli sehr scharfsinnig erläutert. Jedenfalls muß ursprünglich die Autogonie der Plasmogonie vorhergegangen sein.

Da wir jetzt imstande sind, in unseren chemischen Laboratorien ähnliche zusammengesetzte Kohlenstoffverbindungen künstlich herzustellen, so liegt durchaus kein Grund für die Annahme vor, daß nicht auch in der freien Natur sich Verhältnisse finden, unter denen ähnliche Verbindungen entstehen können. Sobald man früherhin die Vorstellung der Urzeugung zu fassen suchte, scheiterte man an der organologischen Zusammensetzung auch der einfachsten Organismen, welche man damals kannte. Erst seitdem wir mit den wichtigen Moneren bekannt geworden sind, ist jene Hauptschwierigkeit gelöst. Denn in ihren strukturlosen Plasmakörpern haben wir Organismen kennengelernt, welche gar nicht aus Organen zweckmäßig zusammengesetzt sind, welche bloß aus einer einzigen, chemisch gleichartigen Substanz bestehen, und dennoch wachsen, sich ernähren und fortpflanzen. Die Hypothese der Urzeugung hat dadurch denjenigen Grad von Wahrscheinlichkeit gewonnen, welcher sie berechtigt, die Lücke zwischen Kants Kosmogenie und Lamarcks Deszendenztheorie auszufüllen.

Nur solche homogene, noch gar nicht differenzierte Organismen, welche in ihrer gleichartigen molekularen Zusammensetzung den anorganischen Kristallen gleichstehen, konnten durch Urzeugung entstehen, und konnten die Ureltern aller übrigen Organismen werden. Bei der weiteren Entwicklung dieder Probionten haben wir als den wichtigsten Vorgang zunächst die Bildung eines Kernes in dem strukturlosen Plasmaklümpchen anzusehen. Diese

können wir uns physikalisch als Verdichtung de innersten, zentralen Eiweißteilchen vorstellen, womi eine chemische Veränderung derselben Hand i Hand ging. Die dichtere zentrale Masse, welche an fangs allmählich in das peripherische Plasma über ging, sonderte sich später ganz von diesem ab un bildete so ein selbständiges rundes, chemisch etwa verschiedenes Eiweißkörperchen, den Kern (Nuc leus). Durch diesen Vorgang ist aber bereits au dem Moner eine Zelle geworden. Daß die weiter Entwicklung aller übrigen Organismen aus eine solchen Zelle keine Schwierigkeit hat, wird aus de bisherigen Vorträgen klar geworden sein. Denn jede Tier und jede Pflanze ist im Beginn des individuelle Lebens eine einfache kernhaltige Zelle. Der Mensch so gut wie jedes andere Tier ist anfangs weite nichts als eine einfache Eizelle, im Wesentliche eine Plasmakugel mit Kern.

Ähnlich wie der Kern der organischen Zelle durch Sonderung aus der zentralen Masse der u sprünglich gleichartigen Plasmaklümpchen entstand bildete sich die erste Zellhaut oder Membran a deren Oberfläche. Auch diesen einfachen aber höchs wichtigen Vorgang können wir, wie schon oben be merkt, entweder durch einen chemischen Niede schlag oder eine physikalische Verdichtung in de oberflächlichsten Rindenschicht erklären, durch „Ober flächenspannung", oder auch durch Ausscheidung Eine der ersten Anpassungstätigkeiten, welche di durch Urzeugung entstandenen Moneren ausübte wird die Verdichtung einer äußeren Rindenschich gewesen sein, welche als schützende Hülle das we chere Innere gegen die angreifenden Einflüsse de Außenwelt abschloß. War aber erst durch Verdich tung der homogenen Moneren im Innern ein Zelle kern, an der Oberfläche eine Zellhaut entstanden, s waren damit alle die fundamentalen Formen de Bausteine gegeben, aus denen durch unendlich man nigfaltige Zusammensetzung sich erfahrungsgemä der Körper sämtlicher höheren Organismen aufbau

Wie schon früher erwähnt, beruht unser ganzes Verständnis des Organismus wesentlich auf der von Schleiden und Schwann im Jahre 1838 aufgestellten Zellentheorie. Danach ist jeder Organismus entweder eine einfache Zelle oder eine Gemeinde, ein Staat von eng verbundenen Zellen. Die gesamten Formen und Lebenserscheinungen eines jeden vielzelligen Organismus sind das Gesamtresultat der Formen und Lebenserscheinungen aller einzelnen ihn zusammensetzenden Zellen. Infolge der neueren Fortschritte der Zellenlehre ist es zweckmäßig geworden, die Elementarorganismen oder die organischen „Individuen erster Ordnung", welche man gewöhnlich als „Zellen" bezeichnet, mit dem allgemeineren und passenderen Namen der Bildnerinnen oder Plastiden zu belegen. Wir unterscheiden unter denselben zwei Hauptgruppen, nämlich Cytoden und echte Zellen. Die Cytoden sind kernlose Plasmastücke, gleich den Moneren. Die Zellen dagegen sind Plasmastücke, welche einen Kern oder Nucleus enthalten. Die kernlosen Cytoden finden sich als selbständige Organismen heute nur noch auf den niedrigsten Stufen des organischen Lebens, bei den angeführten Chromaceen (Plasmodomen) und den Bakterien (Plasmophagen), sowie einem Teile der Rhizopoden. Fast alle übrigen Plastiden sind echte, kernhaltige Zellen; aber auch ihre ältesten Vorfahren waren ursprünglich einfache kernlose Moneren.

Diese Plastidentheorie, die Ableitung aller verschiedenen Plastidenformen (und somit auch aller aus ihnen zusammengesetzten Organismen) von den Moneren, bringt einfachen und natürlichen Zusammenhang in die gesamte Entwicklungstheorie. Die Entstehung der ersten Moneren durch Urzeugung erscheint uns als ein einfacher und notwendiger Vorgang in dem Entwicklungsprozesse des Erdkörpers. Ich gebe zu, daß dieser Vorgang, so lange er noch nicht direkt beobachtet oder durch das Experiment wiederholt ist, eine reine Hypothese bleibt. Allein ich wiederhole, daß diese Hypothese für den ganzen

Zusammenhang der natürlichen Schöpfungsgeschichte unentbehrlich ist, daß sie an sich durchaus nichts Gezwungenes und Wunderbares mehr hat, und daß sie keinesfalls positiv widerlegt werden kann. Außerdem würde auch der Vorgang der Urzeugung, selbst wenn er alltäglich und stündlich noch heute stattfände, auf jeden Fall äußerst schwierig zu beobachten, ja mit untrüglicher Sicherheit als solcher überhaupt kaum festzustellen sein. Dieselben Ansichten teilt auch der scharfsinnige Naegeli, welcher in seinem vortrefflichen Kapitel über Urzeugung (1848) den Satz aufstellt: „Die Urzeugung leugnen heißt das Wunder verkünden."